

A
SECOND GERMAN COURSE
FOR SCIENCE STUDENTS

Readings from Recent German Scientific Publications

SELECTED, ARRANGED, AND ANNOTATED

BY

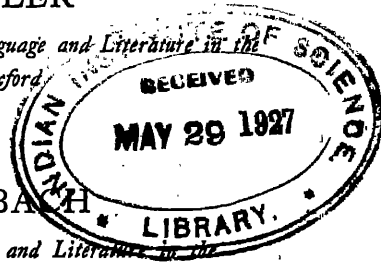
H. G. FIEDLER

*Taylorian Professor of the German Language and Literature in the
University of Oxford*

AND

F. E. SANDBACH

*Professor of the German Language and Literature in the
University of Birmingham*



SECOND EDITION, REVISED

HUMPHREY MILFORD
OXFORD UNIVERSITY PRESS

LONDON EDINBURGH GLASGOW NEW YORK
TORONTO MELBOURNE CAPE TOWN BOMBAY

PRINTED IN INDIA 1927

438.6
N2

5732

PREFACE.

THIS book is intended as a supplement to our *First German Course for Science Students*. While in the latter the reading passages were specially constructed to illustrate the more important grammatical rules in a systematic sequence, the passages in this book have been selected from recent German scientific publications. An attempt has been made to arrange them in order of difficulty, without, however, altering them in any way. In order to familiarize the student with the variations of German orthography, even the spelling of the originals has been retained in all cases.

As at this stage the student should learn the use of the dictionary (a few hints on which are given on pp. 67 f.), no glossary has been provided. Some help has, however, been given in the Notes, which deal with a number of technical terms, compound words, idioms, and grammatical difficulties. Where possible, reference is made to the Grammar accompanying our First Course, and a summary of the new grammatical points dealt with in the Notes is given on pp. 69 ff. An Alphabetical List of German Abbreviations occurring in this book will also be found on pp. 75 f.

We have again to express our best thanks for the help we have received from Dr. Alexander McKenzie, Lecturer on Chemistry at the Birkbeck College, London; Dr. Findlay, Special Lecturer on Physical Chemistry in the University of Birmingham; and Dr. A. du Pré Denning, Lecturer on Physics in the University of Birmingham.

11

1

11

11

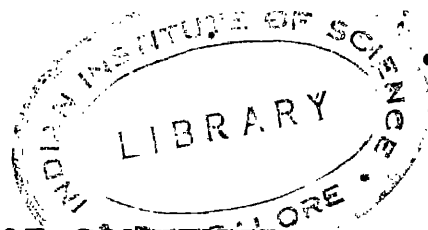


TABLE OF CONTENTS.

PREFACE	PAGE
-	v.
 READINGS—	
1. Anilinfarbstoffe-	1
✓ 2. Die Französischen Prüfungsbestimmungen für Thermometer	3
3. Das Leuchtgas -	4
4. Besprechung von Landolt-Börnstein: Physikalisch-chemische Tabellen	6
5. Technisches Eisen	8
6. Über eine Violette und Ultraviolette Strahlung der Metalle bei gewöhnlichen Temperaturen	11
7. Geschichte der Thermochemie	17
8. Über einige Entladungserscheinungen in evakuierten Röhren	18
9. Über Anorganische Colloide	22
10. Chromatische Depolarisation durch Lichtzerstreuung	23
11. Gold	25
12. Rezension von Th. C. Hebb: Die Schallgeschwindigkeit-	27
13. Chemische Verwandtschaftslehre	28
14. Die Entstehung des "National Physical Laboratory"	30
15. Berichte. A—Percarbonate	33
B—Monochloracetylperoxyd-	34
✓ 16. Über einige Eigenschaften der α -Strahlen des Radiums	35
17. Chemisches Gleichgewicht	39
18. Der Einfluss der Ionisation auf die Leitungsfähigkeit des Kohärrers	40
19. Eine Allgemeine Eigenschaft der Verdünnten Materie	42
20. Über die Diffusion naszierenden Wasserstoffs durch Eisen-	45
21. Uranstrahlen und Radioaktive Stoffe	47
22. Ein Planimeter zur Bestimmung der Mittleren Ordinaten beliebiger Abschnitte von registrierten Kurven	49
23. Radium und Helium	52
24. Die Messung kleiner Temperaturdifferenzen	54
 NOTES	 59
HINTS ON THE USE OF THE DICTIONARY	67
GRAMMATICAL SUMMARY	69
ALPHABETICAL LIST OF GERMAN ABBREVIATIONS	75

11

THE HISTORY OF THE

REIGN OF KING CHARLES THE FIRST

IN THE YEAR 1649

BY JOHN BURNET

OF THE UNIVERSITY OF OXFORD

IN TWO VOLUMES

LONDON

Printed by J. Streater, at the Sign of the Gun, in St. Dunstons Church-yard

1704

IN TWO VOLUMES

LONDON

Printed by J. Streater, at the Sign of the Gun, in St. Dunstons Church-yard

1704

IN TWO VOLUMES

LONDON

Printed by J. Streater, at the Sign of the Gun, in St. Dunstons Church-yard

1704

IN TWO VOLUMES

LONDON

Printed by J. Streater, at the Sign of the Gun, in St. Dunstons Church-yard

1704

READINGS

11/11/21



1. ANILINFARBSTOFFE.

Der wichtigste Teil der Industrie des Steinkohlenteers ist die Herstellung der künstlichen Farbstoffe, auch Anilinfarbstoffe genannt, die namentlich in Deutschland in grossen Mengen hergestellt werden.

5 Sie werden eingeteilt in folgende Hauptgruppen:

1. Abkömmlinge der Triphenylmethans-, Rosanilin-, Phenol- und Phtalsäurefarbstoffe; 2. Azofarbstoffe; 3. Anthracenfarbstoffe; 4. Indigo; 5. verschiedene: Nitrofarbstoffe, Chinolinfarbstoffe, Methylenblau, Safranin, Indulin,
- 10 Anilinschwarz, u.s.w.

Die Triphenylmethanfarbstoffe leiten sich vom Anilin, vom Toluidin und von deren Abkömmlingen ab, Verbindungen, die aus dem Benzol, dem Toluol u.s.w. durch Nitrieren und nachfolgende Reduktion gewonnen
15 werden.

Die Herstellung von Nitrobenzol geschieht, indem man in Benzol unter Umrühren langsam ein Gemisch von Salpetersäure und konzentrierter Schwefelsäure einfließen lässt. Hierauf wird das Nitrobenzol wieder unter Umrühren mit
20 verdünnter Salzsäure und Eisendrehspänen behandelt und so das Anilin hergestellt.

Reines Anilin heisst *Blauöl*, weil es zur Herstellung blauer Farbstoffe benutzt wird, während ein Gemisch von Anilin und Toluidin *Rotöl* heisst und zur Herstellung von roten
25 Farbstoffen dient. Letzteres ist nicht zu verwechseln mit dem Türkischrotöl, das aus Olivenöl gewonnen wird.

Der zuerst entdeckte Anilinfarbstoff ist das schön rote sogenannte *Fuchsin*, salzsaures Rosanilin, das durch Oxydation des Rotöles hergestellt wird. Diese Oxydation wurde
30 namentlich früher mit Hilfe von Arsensäure vorgenommen, was zu vielen Beschwerden Veranlassung gab, indem dabei

einestheils arsenhaltige Abfälle sich bildeten, deren Wiederverwertung recht lästig war, während andererseits auch Arsenik in den Farbstoff als Verunreinigung hineingelangte, und daher die Anilinfarbstoffe in den Ruf der Giftigkeit brachte. Neuerdings verwendet man deshalb Nitrobenzol als Oxydationsmittel bei der Herstellung des Fuchsin, dessen Sauerstoff hierbei durch die Vermittelung von Eisenhydroxyd auf die Base übertragen wird. Ähnliche Stoffe wie Fuchsin sind das Neufuchsin und das Säurefuchsin.

Wenn die Amidowasserstoffe des Rosanilins durch Methyl, Aethyl oder Phenol ersetzt werden, so entstehen violette oder blaue Farbstoffe, wie Methylviolett, Kristallviolett, Anilinblau.

Abkömmlinge des Benzaldehyds oder Bittermandelöles, C_6H_5CHO sind Malachitgrün, Smaragdgrün, Säuregrün und Patentblau.

Vom Phenolphthalein leiten sich die Phtalsäurefarbstoffe ab, unter denen namentlich Eosin und Rhodamin zu nennen sind.

Besonders zahlreich ist die Klasse der *Azofarbstoffe*, unter denen das Amidoazobenzol, $C_6H_4NH_2N=N C_6H_5$, Anilinfarbstoff genannt, der einfachste ist. Zu dieser Klasse gehören ferner Chrysoidin, Bismarckbraun, Methylorange. Letzteres dient auch zum Gelbfärben der Butter und heisst dann Buttergelb. Ferner gehören hierher künstlicher Scharlach, Naphtholschwarz und Kongorot.

Die *Anthracenfarbstoffe* ferner sind wichtig namentlich dadurch, dass das Alizarin zu ihnen gehört, ein Farbstoff, der früher in ausgedehntestem Masse aus der eigens zu diesem Zwecke angebauten Krapppflanze gewonnen, heutzutage aber ausschliesslich künstlich hergestellt wird. Es ist Dioxyanthrachinon, $C_6H_4(CO)_2C_6H_2(OH)_2$. Ihm verwandt ist auch das Alizarinblau, das an Farbe dem Indigo ähnlich ist und ihn an Echtheit sogar übertrifft.

Eine besondere Industrie ist alsdann die Herstellung des *Indigos*, der bis vor wenigen Jahren ausschliesslich aus Pflanzen gewonnen wurde. Er findet sich in dem in Europa vorkommenden Waid, namentlich aber in dem in Indien in grossen Mengen angebauten Indigostrauch. Diese Sträucher werden kurz vor der Blüte abgeschnitten und dann mit Wasser übergossen. Nach kurzer Zeit beginnt die den Indigo ergebende Verbindung, das Indican, sich zu lösen.

Die Lösung wird abgezogen und durch Schlagen mit Ruten
75 innig mit Luft in Berührung gebracht. Dadurch findet eine
Oxydation statt und der fertige Indigofarbstoff fällt aus.
Er wird nach dem Waschen, Auskochen und Abfiltrieren
ohne weiteres versandt.

Die in den letzten Jahren so ausserordentlich vervoll-
80 kommnete Herstellung des künstlichen Indigos wird indessen
voraussichtlich in nicht zu langer Zeit den natürlichen Indigo
ebenso verdrängen, wie bereits die Herstellung des Alizarins
den Anbau des Krapps verdrängt hat.

Dr. GUSTAV RAUTER: *Allgemeine chemische Technologie.*
Leipzig, Göschen, 1903.

2. DIE FRANZÖSISCHEN PRÜFUNGSBESTIMMUNGEN FÜR THERMOMETER.

Das Versuchslaboratorium des *Conservatoire National des Arts
et Métiers* in Paris hat im Mai 1902 Prüfungsbestimmungen
für Thermometer herausgegeben, die sich eng an die deutschen
anlehnen, ja sie in den Hauptpunkten vollständig kopieren,
5 jedoch in einigen Beziehungen davon abweichen. So sind,
um dies gleich vorwegzunehmen, die Fehlergrenzen im
allgemeinen enger als in den deutschen Bestimmungen
gezogen.

Die zu Grunde gelegte Temperaturskala ist die Skala des
10 Wasserstoffthermometers. Über deren Beziehung zu den
anderen praktischen Temperaturskalen in den höheren und
niederen Temperaturen ist in den Bestimmungen nichts
gesagt, aber wir werden in einem besonderen Referat darauf
zurückkommen.

15 Die Thermometer werden nach den französischen Prü-
fungsbestimmungen in 7 Gruppen geteilt, deren jede durch
einen grossen Buchstaben bezeichnet wird:

- P. Präzisionsthermometer (kalorimetrische und hypso-
metrische Normale);
- 20 DP. Halb-Präzisionsthermometer und meteorologische
Thermometer;
- O. Gewöhnliche Laboratoriumsthermometer;
- H. Gewöhnliche Siedethermometer für Höhenbestim-
mungen (Hypsometer);

M. Ärztliche Thermometer;

S. Besondere Thermometer (gewerbliche, u.s.w.);

D. Häusliche Thermometer.

25

Die Einteilung weicht von der deutschen insofern ab, als sie in mancher Beziehung etwas mehr spezialisiert und anders gruppiert und ausserdem die Bezeichnung Halb-Präzision (*demi-précision*) einführt, die aber dem Referenten nicht glücklich gewählt zu sein scheint.

30

Vor der eigentlichen Prüfung werden die Thermometer hinsichtlich ihrer Konstruktion untersucht (Füllung des Gefässes, Regelmässigkeit und Durchsichtigkeit der Röhre, richtiges Funktionieren des Index bei Maximum- und Minimumthermometer u.s.w.).

35

Die Instrumente der Gruppe P, DP, H und alle Thermometer für Temperaturen über 100° werden hinsichtlich der Konstanz ihrer Angaben geprüft; wenn dabei das Ergebnis unbefriedigend ausfällt, so werden die Thermometer einem künstlichen Alterungsverfahren unterworfen.

40

Stabthermometer dürfen höchstens 10 mm stark sein. Einschlussthermometer müssen auf dem Umhüllungsrohr zwei Strichmarken haben; bei Thermometern, die oben zugeschmolzen sind, genügt ein Strich.

45

Die Angaben der Maximum- und Minimumthermometer dürfen bei aufeinander folgenden Vergleichen bei derselben Temperatur nicht mehr als 0, 1° für die Klassen DP und M abweichen. Der für die Thermometer der anderen Klassen zugelassene Fehler richtet sich nach der Einteilung dieser Instrumente und wird im Zeugnis angegeben.

50

(*Deutsche Mechaniker-Zeitung*, Nr. xvii.,
September, 1905, S. 170.)

3. DAS LEUCHTGAS.

Das Leuchtgas wird hauptsächlich aus Steinkohle dargestellt. Zum Zwecke der Leuchtgasherstellung werden die Kohlen in Retorten aus Chamotte, deren mehrere in gemeinschaftlichen Öfen mit Gasfeuerung eingemauert sind, bis auf beginnende Weissglut erhitzt. Die entweichenden Gase münden in eine mit Flüssigkeitsverschluss versehene Vorlage, die den Zweck hat, die einzelnen Retorten von der Hauptgasleitung abzuschliessen. Sie gehen von da in hohe eiserne

5

Zylinder, um gekühlt zu werden, wodurch Teer und Wasser
10 sich verflüssigen und absetzen. Alsdann durchstreichen sie
Waschtürme, auch Skrubber genannt, in denen sie mit
Wasser in Berührung kommen und dadurch von den in
diesem löslichen Gasen befreit werden. Als solche kommen
namentlich Ammoniak, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff,
15 Cyanwasserstoff und Rhodanwasserstoff in Betracht. Nun-
mehr durchstreichen sie einen Ventilator, eine Vorrichtung,
die ihre gleichmässige Bewegung von den Retorten weg
durch die vorbeschriebenen Türme und durch die nach-
folgende trockene Reinigungsanlage zum Gasbehälter hin
20 aufrechterhält.

Die trockene Reinigung der Gase besteht nun darin, dass
sie durch Filter von sogenannter Lamingscher Masse,
aus einem lockeren Gemisch von natürlichem Raseneisenstein
mit Sägespänen bestehend, hindurchgedrückt werden, wo-
25 durch die durch die nasse Wäsche noch nicht vollständig
beseitigten fremden Gase vollends niedergeschlagen werden.
Die verbrauchte Gasreinigungsmasse wird auf Cyanver-
bindungen verarbeitet und zuletzt, da sie auch stark schwefel-
haltig geworden ist, durch Verbrennen für die Schwefelsäure-
30 herstellung nutzbar gemacht. Schliesslich wird das Leuchtgas
von dem Gasbehälter oder Gasometer aus unter geringem
Überdruck in die Verbrauchsleitungen verteilt.

Um die Leuchtkraft des Gases zu erhöhen, was je nach
der verwendeten Kohlsorte mitunter nötig wird, kann man
es durch sogenanntes Karburieren leuchtkräftiger machen,
35 indem man es durch leichtflüssige Brennöle, Benzol oder
Petroleumäther streichen lässt, die alle mit stark leuchtender
Flamme verbrennen. Namentlich das Benzol, das aus dem
Steinkohlenteer in grossen Mengen gewonnen wird, ist zum
40 Karburieren des Leuchtgases sehr geeignet. An Stelle von
Leuchtgas selbst verwendet man sogar vielfach auch kar-
buriertes Wassergas, das dadurch entsteht, dass man
Wassergas, das an sich nicht mit leuchtender Flamme ver-
brennt, z. B. mit Petroleum karburiert.

45 Ein anderes Verfahren, das Leuchtgas besser leuchtend
zu machen, ist die Verwendung des Glühstrumpfes, die
sich in den letzten Jahren ausserordentlich eingebürgert hat.
Zu diesem Zwecke wird das Gas in einem Bunsenschen
Brenner durch Mischung mit Luft entleuchtet, so dass eine
50 sehr heisse, an sich dunkle Flamme entsteht, über die ein

mit einem Gemisch von Thorerde und 1% Cererde getränktes Gewebe, der sogenannte Glühstrumpf, gestürzt ist. Diese Oxydmischung hat, zum Glühen erhitzt, ein ausserordentlich starkes Lichtausstrahlungsvermögen und leuchtet demzufolge weit heller, als es die nicht entleuchtete Gasflamme an sich getan haben würde. 55

Dr. GUSTAV RAUTER: *Allgemeine chemische Technologie.*
Leipzig, Göschen, 1903.

4. BESPRECHUNG VON

LANDOLT-BÖRNSTEIN: *Physikalisch-chemische Tabellen.* Dritte, umgearbeitete und vermehrte Auflage (xvi u. 861 S., geb. M36,00. Berlin: J. Springer. 1905).

Die seit langem erwartete und dringend gewünschte dritte Auflage des grossen Tabellenwerkes — die zweite Auflage stammt aus dem Jahre 1894 — ist soeben erschienen. Dass sie eine ausserordentlich vermehrte Auflage ist, zeigt das Anwachsen des Umfanges; die Seitenzahl ist von 563 auf 861, die Zahl der Tabellen von 208 auf 264 gestiegen. 5
Doch entspricht die Vermehrung des Inhaltes keineswegs dem blossen Zuwachs an Seiten und Tabellen; denn die Tabellen sind in der neuen Auflage fast durchgehends in gedrängterer Form gedruckt, so dass gewissermassen jede 10
Seite inhaltreicher geworden ist. Die Fassung der Tabellen und die ganze Anordnung des Stoffes ist einer vollständigen Umarbeitung unterzogen, durch die nicht bloss eine bessere Gruppierung des Zusammengehörigen, sondern vor allem der Anschluss an die moderne Formulierung der Probleme 15
in der Physik und besonders in der physikalischen Chemie angestrebt und durchgeführt worden ist. So schliessen sich jetzt an die ersten, nicht wesentlich veränderten Tabellen über Atomgewichte, Schwerkraft, Luftdichte, Gasvolumina, Druckreduktionen und Dichte von Wasser und Quecksilber 20
zunächst die Tabellen über Elastizität, Reibung, Kompressibilität, Zähigkeit und Kapillarität an; dann folgen Tensionen, kritische Zustände, Thermometrie, Ausdehnung, Dichte, Schmelz- und Siedepunkte, Polymorphie von Elementen und Verbindungen; dann ein besonderes Kapitel 25
mit sechs Tabellen über Schmelz- und Erstarrungserscheinungen bei zwei Stoffen (Legierungen), z.T. unter Wieder-

gabe der Resultate in Kurvenform, statt in Tabellen. Es
 folgen die Kapitel Dichte und Ausdehnung von Lösungen,
 30 Diffusion, Gasmoleküle, spezifische Wärme, dann sehr viel
 ausführlicher als früher ein Kapitel Thermochemie mit
 15 Tabellen, darunter auch diejenigen über Schmelz- und
 Verdampfungswärmen, dann ebenfalls neu gegen die frühere
 Auflage ein Kapitel mit vier Tabellen zur Molekularge-
 35 wichtsbestimmung (Gefrier- und Siedepunktsänderungen);
 darauf das Kapitel über Wärmeleitung, und ein zehn
 Tabellen umfassendes Kapitel über chemisches Gleich-
 gewicht, Löslichkeit und Absorption. Fortgefallen ist aus
 der Wärmelehre die Tabelle über Kältemischungen. In
 40 dem ersten Kapitel aus der Optik sind Tabellen über Licht-
 absorption wässriger Lösungen und ausgewählter Kristalle
 und über das Reflexionsvermögen von Metallen neu auf-
 genommen; auch die Mitteilungen über Spektrallinien sind
 erweitert. Dass letzteres nur in geringem Umfange ge-
 45 schehen ist, kann mit dem Hinweis auf die ausführlichen
 spektralanalytischen Tabellen- und Tafelwerke, die wir
 bereits besitzen, wohl zur Genüge begründet werden. Die
 folgenden Kapitel, Brechungsexponenten, Optische Drehung,
 Elektrische Leitung, Dielektrizitätskonstante, entsprechen
 50 der Einteilung der alten Auflage, sind aber sämtlich um-
 gearbeitet und erweitert. Nicht berücksichtigt sind dabei,
 wie ausdrücklich hervorgehoben werden mag, die neuesten
 Untersuchungen über Elektrizitätsleitung in Gasen. Doch
 ist eine Tabelle über Funkenpotentiale neu aufgenommen,
 55 desgleichen eine Tabelle über thermoelektrische Kräfte
 gegen Platin; ferner enthält das Kapitel Magnetismus
 ausser den erdmagnetischen Werten jetzt auch Tabellen
 über Magnetisierbarkeit von Eisen und Stahl, Nickel und
 Kobalt und über para- und diamagnetische Körper. Den
 60 Schluss bilden die Tabellen über Schallgeschwindigkeit, über
 Masseinheiten und Dimensionen—diese in stark erweiterter
 Form—vermischte Konstanten, zwei neue Tabellen über
 Mineralien und organische Verbindungen, und die Über-
 sicht über die Jahres- und Bandzahlen von Zeitschriften.
 65 Es fehlen auffälligerweise vollständig Tabellen über Poten-
 tialdifferenzen zwischen zwei Körpern und über elektro-
 motorische Kräfte von Ketten. Die Mitteilungen hierüber
 beschränken sich auf die Zahlen für wenige Elemente, die
 unter die „vermischten Konstanten“ eingestellt sind.

Dass die Riesenarbeit der Revision bez. Neuauflistung dieser Tabellen nicht von den Herausgebern allein geleistet werden konnte, ist selbstverständlich. Die Zahl der Mitarbeiter, die bei der zweiten Auflage 15 betragen hatte, ist bei der dritten auf 45 gestiegen. Mit besonderer Freude und Genugtuung aber muss hervorgehoben werden, dass das Werk die Unterstützung der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften gefunden hat. Ohne diese wäre es wohl nicht möglich gewesen, dieses umfangreiche und kostspielige Werk zu dem verhältnismässig so niedrigen Preise von 36 M. in den Handel zu bringen. W. K.

(Beibl. z. d. Ann. d. Phys., Bd. xxix, No. 17, S. 910-912.)

5. TECHNISCHES EISEN.

Das technische Eisen ist nicht rein, sondern enthält neben geringeren Beimengungen bis zu 5 % Kohlenstoff, welcher seine Eigenschaften in sehr hohem Masse beeinflusst. Während reines Eisen zwar sehr zäh, aber verhältnismässig weich ist, vermehrt es seine Härte mit dem Gehalt an Kohlenstoff, und auch sein Verhalten bei höherer Temperatur wird wesentlich anders.

Man unterscheidet wesentlich drei Arten technischen Eisens: *Schmiedeeisen*, *Stahl* und *Gusseisen*; ersteres enthält am wenigsten, letzteres am meisten Kohlenstoff. Das Schmiedeeisen nähert sich wie in seiner Zusammensetzung so auch in seinen Eigenschaften am meisten dem reinen Eisen: es ist zäh, nicht sehr hart, und wird beim Erhitzen vor dem Flüssigwerden erst weich wie Wachs oder Natrium. Diese Eigenschaft ist für die technische Bearbeitung des Eisens von grösster Wichtigkeit, da sie es ermöglicht, das Metall zu formen und verschiedene Stücke zu vereinigen, ohne dass man die Temperatur bis zum Schmelzen des Metalls zu steigern braucht. Es genügt vielmehr, die Erweichungstemperatur (etwa 600°) zu erreichen um durch Pressen, Walzen und Schmieden das Erforderliche zu erreichen. Die Vereinigung zweier Eisenmassen durch Druck (Hämmern) nennt man „*Schweissen*,“ die dazu erforderliche Temperatur ist helle Rotglut.

Das Schmiedeeisen ändert seine Eigenschaften, nicht

wesentlich, wenn man es erhitzt und plötzlich abkühlt. Im höchsten Masse ist dagegen die Beschaffenheit des Stahls von solcher Behandlung abhängig.

Stahl ist Eisen, welches 0.8 bis 2.5 % Kohlenstoff enthält und sonst möglichst rein ist. Der Kohlenstoff ist chemisch an Eisen gebunden und dies Kohlenstoffeisen oder Eisenkarbid Fe_3C ist mit dem anderen Eisen legiert. Die Folge dieses Gehaltes an einem fremden Stoffe ist zunächst ein sehr merkliches Sinken des Schmelzpunktes; Stahl ist bei 1400° flüssig und lässt sich giessen. Der Gussstahl ist ein aus feinen kristallinischen Körnchen bestehendes Metall, welches vor dem Schmelzen ähnlich wie Schmiedeeisen erweicht und sich daher auch schmieden lässt. Durch eine solche Behandlung erhält der Stahl eine ähnliche faserige oder sehnige Beschaffenheit wie bearbeitetes Schmiedeeisen. Wird der Stahl rotglühend gemacht und plötzlich abgekühlt, so wird er spröde und nimmt gleichzeitig den höchsten Härtegrad an. Er ist dann so hart, dass er Glas ritzt, und heisst danach *glashart*. Wird der glasharte Stahl von neuem vorsichtig erwärmt, so kann man ihm jeden beliebigen Grad von Härte erteilen, denn er wird um so weicher, je länger oder höher man ihn erwärmt. Man nennt diesen Vorgang das *Anlassen* oder *Nachlassen* des Stahls.

Als Kennzeichen für den zu erzielenden Grad des Nachlassens dienen von altersher die Farben, welche eine blanke Stahlfläche beim Erwärmen annimmt. Bei etwa 220° beginnt das Metall sich mit messbarer Geschwindigkeit an der Luft zu oxydieren, und das entstehende Oxyd überzieht in Gestalt einer sehr dünnen Schicht das Metall. Ist die Dicke dieser Schicht von der Ordnung einer Lichtwelle, so beginnen die entsprechenden Interferenzfarben oder „Farben dünner Blättchen“ sichtbar zu werden. Da zuerst die kürzesten Wellen, von den sichtbaren die violetten, ausgelöscht werden, so erscheint als erste Anlauffarbe die Komplementärfarbe, ein blasses Strohgelb. Dies geht durch Orange in Purpur, Violett, Blau und schliesslich Grau über. Jeder dieser Farben entspricht ein bestimmter Erweichungsgrad des Stahls: gelb lässt man Stähle zur Bearbeitung von Eisen, purpurrot solche für Messing anlaufen, während Werkzeug für Holz blau angelassen wird. Wiewohl sich Farbe und Härte nicht vollkommen entsprechen, so ist doch der Zusammenhang für den erfahrenen Arbeiter ausreichend.

Durch diese Mannigfaltigkeit der Härtezustände, die der Stahl annehmen kann, wird seine ausgedehnte technische Brauchbarkeit bedingt. Man kann ihn im weichen Zustande beliebig formen und die geformten Gegenstände dann auf jeden erforderlichen Härtegrad bringen. 7c

Die Theorie des *Härtens* ist erst in den letzten Jahren klargestellt worden. Das obenerwähnte Eisenkarbid Fe_3C ist nicht nur für sich sehr hart, sondern bildet auch mit reinem Eisen ein gleichteiliges Gemisch, eine „feste Lösung,“ die gleichfalls hart ist, nur um so weniger, je weniger Karbid sie enthält. Wenn man nun eine derartige feste Lösung, die bei hoher Temperatur aus Karbid nebst Eisen besteht, *langsam* abkühlt, so zersetzt sie sich bei etwa 670° , indem sie in reines Eisen neben Karbid zerfällt, welche beide als Gemenge nebeneinander liegen. Da das reine Eisen weich ist, so teilt es diese Eigenschaft auch dem Gemenge mit. 75

Wird dagegen die Abkühlung *plötzlich* ausgeführt, so findet diese Entmischung der festen Lösung nicht statt, und sie bleibt in ihrer Härte erhalten. Die feste Lösung wird hierbei metastabil oder gewissermassen übersättigt. 85

Dies erklärt zunächst, warum abgeschreckter Stahl hart, langsam abgekühlter weich ist. Das *Anlassen* des harten Stahls besteht nun darin, dass durch die Temperaturerhöhung der Zerfall der festen Lösung in die beiden Bestandteile langsam eintritt, und zwar um so schneller, je höher die Temperatur steigt. Durch das plötzliche Abkühlen wird der jeweils erreichte Mischungszustand festgehalten, da bei gewöhnlicher Temperatur die Umwandlungsgeschwindigkeit unmessbar klein ist, und man erhält die entsprechenden Härtegrade. 90

Diese Betrachtung erklärt auch, warum das Anlassen erfahrungsmässig nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der *Zeit* abhängig ist, derart, dass eine niedrigere Temperatur bei langer Dauer ebenso wirkt, wie eine höhere bei kurzer. 95

Man kann die Härtung in einer einzigen Operation ausführen, wenn man durch passendes Erwärmen oberhalb 670° das gewünschte Gemenge von Eisen und fester Lösung (deren Gleichgewicht sich mit der Temperatur verschiebt) herstellt und den Zustand durch plötzliches Abkühlen festhält. Die für einen bestimmten Härtegrad erforderliche Temperatur ist vom Kohlenstoffgehalt abhängig; kennt man 105

10 diesen, so kann man die Temperatur voraus bestimmen, durch welche man einen bestimmten Härtezustand erzeugt.

Nimmt der Kohlenstoffgehalt auf 4 bis 5 Prozent zu, so wird der Schmelzpunkt des Eisens noch niedriger, und es verliert die Zähigkeit und die Möglichkeit, den „sehnigen“
115 Zustand anzunehmen, während die Möglichkeit des Härtens in einem gewissen Umfange erhalten bleibt. Solches Eisen heisst *Gusseisen*.

Man unterscheidet *weisses* und *graues Gusseisen*. Das erstere wird bei schnellem Abkühlen erhalten, ist sehr hart
120 und kristallinisch und enthält den grössten Teil des Kohlenstoffs im chemisch gebundenen Zustande als Karbid. Langsam abgekühltes Gusseisen scheidet einen Teil des Kohlenstoffs in Gestalt feiner Blättchen von *Graphit* ab, die dem Eisen eine graue Farbe geben. Gleichzeitig wird das Metall
125 weniger hart und spröde, und das Korn wird feiner. In diesem Zustande findet das Gusseisen zu zahllosen Zwecken Verwendungen, bei denen die Leichtigkeit der Formgebung durch Giessen in Betracht kommt, und die geringere Festigkeit des Metalls gegen Zug und Biegung kein wesentliches
130 Hindernis ist.

W. OSTWALD: *Grundlinien der Anorganischen Chemie*.
Leipzig, W. Engelmann, 1904, S. 581 ff.

6. ÜBER EINE VIOLETTE UND ULTRAVIOLETTE STRAHLUNG DER METALLE BEI GEWÖHNLICHEN TEMPERATUREN.

altengl
Jeder, der eine Winternacht im Norden gesehen hat, erinnert sich wahrscheinlich, wie hell die Landschaft daliegt, auch wenn der Himmel mit dicken Stratocumuluswolken bedeckt ist. Ist das Licht, welches wir dann wahrnehmen,
5 nur reflektiertes Sternenlicht oder ist die Schneedecke auf irgend eine Weise selbst leuchtend? Das waren Fragen, die ich mir öfters vorgelegt hatte.

Im Winter 1893-1894 versuchte ich diese Frage experimentell zu lösen.

10 Der gebrauchte Apparat besteht aus einem Metallkasten ohne Boden, der tief in den Schnee eingedrückt werden kann. Als Deckel des Kastens wurde eine photographische

Kassette (Lancaster Instantograph, 9 x 12 cm) in der gewöhnlichen Weise eingeschoben.

Die lichtempfindliche Platte wurde in der Dunkelkammer 15 in die Kassette eingelegt und teilweise mit einem dünnen Kartonblatt bedeckt.

Der Kasten wurde dann in der Nacht über eine freie, frisch gefallene Schneefläche eingedrückt und die Kassette eingeschoben. Die Schiebtür wurde ausgezogen und die 20 Platte auf diese Weise in der Nacht längere oder kürzere Zeit (4 bis 7 Stunden) der Einwirkung der Schneefläche ausgesetzt.

Alle Versuche, die ich im Winter 1893-1894 an verschiedenen Stellen in der Umgebung von Helsingfors und 25 im Botanischen Garten der Universität ausgeführt habe, lieferten keine Resultate.

Bei der Entwicklung wurden die Platten gleichmässig schwarz, und keine Spur von einer Schirmwirkung der Kartonscheibe konnte beobachtet werden. 30

Neuerdings sind durch Wilson und Allan die radioaktiven Eigenschaften des Regens und des Schnees entdeckt worden. Es schien auch darum ratsam, nochmals nachzuprüfen, ob nicht die Durchlässigkeit des Papiers für die gedachten Schneestrahlen die Ursache der negativen Re- 35 sultate sei.

Im Frühling 1904 bin ich daher auf diese Versuche zurückgekommen. Die Experimente wurden hauptsächlich von Hrn. Student v Berg in meinem Auftrage auf dem Landgut Stennkulla in der Nähe der Station Dickursby 40 ausgeführt.

Anstatt der Kartonscheibe benutzte ich jetzt Zink- und Glasscheiben, später auch Eisen-, Kupfer- und Messing- scheiben zur Bedeckung der photographischen Platte.

Die Wirkung der Schneedecke war nun sehr auffällig. 45

Es schien mir jedoch notwendig, erst zu ermitteln, ob und in welchem Masse die Schneedecke die Ursache der beobachteten Schwärzung der photographischen Platten war. Deswegen wurden kleine empfindliche Platten (3 x 8 cm) in dieselbe hölzerne Kassette eingeführt, und quer über die- 50 selben wurden verschiedene schmale Metallscheiben gelegt. Anstatt die Platten zu belichten, wurden sie nun in der Tasche getragen oder in der Dunkelkammer gehalten, bevor sie entwickelt wurden. Bei der Entwicklung traten an

55 den Stellen zwischen den Metallplatten wieder dieselben dunklen Streifen auf.

Zunächst wurden nun die photographische Lampe und die Kassette einer eingehenden Prüfung unterworfen. Die Lampe schien in der Tat nicht ganz zuverlässig zu sein.
60 Auch die Kassette wurde genau geprüft und die zuerst angewandte Kassette als verdächtig verworfen.

Nachher habe ich die Versuche vielmals wiederholt und schliesslich sowohl die photographische Platte wie die daraufgelegten Metallscheiben ohne jede Beleuchtung in die
65 Kassette eingeführt. Die Metallscheiben wurden in der Dunkelkammer ohne Beleuchtung herausgenommen und die Platten in gewöhnlicher Weise entwickelt.

Bei einem Versuche war die empfindliche Platte sechs Monate lang vor der Entwicklung mit einer Zink- und
70 einer Messingscheibe bedeckt gewesen. Die Wirkung der schiefliegenden Zinkscheibe auf die empfindliche Platte entsprach jedoch nicht der langen Expositionszeit. Bei der Erwägung dieses Resultates erschien es mir möglich, dass die Temperatur dabei eine Rolle gespielt haben könne.

75 Ich begann nun zu untersuchen, ob die Wirkung der Metalle auf die photographische Platte durch eine Erhöhung der Temperatur gesteigert werden könnte.

In einen Kasten aus verzinnem Eisenblech wurde zuerst eine Glasscheibe gebracht und darauf eine photographische
80 Platte mit der empfindlichen Seite nach oben eingelegt. Auf diese photographische Platte wurde aus Gründen, die ich später berühren werde, eine stabförmige Thermosäule gelegt, die aus Wismut und Antimon bestand. . . . Die beiden Enden der Säule waren an Kupferdrähte gelötet, die
85 durch zwei an den Deckel gelötete feine Messingröhren herausragten. Der Deckel wurde nun lichtdicht übergeschoben und die ganze Vorrichtung in einen hölzernen Kasten eingelegt. Dabei standen nur die beiden Leitungsdrähte hervor. Das alles wurde in der Dunkelkammer
90 ohne jede Beleuchtung ausgeführt.

Mit diesem Apparat habe ich verschiedene Versuche angestellt.

1. Ein elektrischer Strom, 0,45 Amp., wurde durch die
• Thermosäule in der Richtung vom Antimon zum Wismut
95 geschickt. Der Strom war 16 Stunden 20 Min. geschlossen. Nach der Entwicklung der Platte fand ich intensiv schwarze

Punkte, welche über die ganze Platte verbreitet waren. Diese sehr charakteristischen Punkte geben, wie bekannt, die Wirkung des Sauerstoffs an. Die photographische Platte war eine orthochromatische Isolar- Gelatinetrocken- 100 platte der Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation zu Berlin.

Mit demselben Apparat wurde ein neuer Versuch gemacht, wobei jedoch die Stromstärke 5 Amp. betrug, und der Strom 1 Stunde 45 Min. lang hindurchgeschickt wurde. Bei der Entwicklung dieser Platte fand ich nur wenige 105 schwarze Punkte an dem Platze der Lötungsstelle des einen Kupferdrahtes.

Derselbe Versuch wurde nun wiederholt. Nur wurde der Strom nun $5\frac{1}{2}$ Stunde lang hindurchgeschickt. Nach der Entwicklung konnte ich nur drei kleine schwarze 110 Punkte auf der Platte sehen.

Es schien mir daher bewiesen, dass die anfangs so starke, später aber kaum merkbare Wirkung des Sauerstoffs von Resten des Lötungswassers an den Lötstellen herrührte. Diese Annahme wurde durch alle späteren Versuche 115 bestätigt.

2. Die Wirkungszeit des Stromes wurde nun bedeutend verlängert.

Ein Strom, 5 Amp., wurde in der Richtung vom Antimon zum Wismut $25\frac{1}{2}$ Stunden durch die Thermosäule 120 geschickt. Nach dem Entwickeln zeigte die Platte nicht die geringste Spur von einzelnen schwarzen Punkten, dagegen aber eine starke Wirkung des Wismuts und eine schwächere des Antimons. Dabei ist es sehr auffällig, dass der rektanguläre Teil der empfindlichen Platte, die von der 125 Säule bedeckt war, keine oder nur eine sehr schwache Einwirkung zeigte. Dieser Umstand schien mir anzudeuten, dass die Wirkung von einem Gase herrühre. Russell, der vor allem die Wirkung verschiedener Stoffe auf die photographische Platte studiert hat, sieht ja die Ursache einer 130 solchen Einwirkung in der Entstehung von Wasserstoff-superoxyd.

* * * * *

Es war nun die Frage zu beantworten, ob diese Wirkung der Metalle von den Wärmestrahlen oder von den im allgemeinen mehr chemisch wirksamen Strahlen herrühre. 135 Dass die Wärmestrahlen hierbei nicht wirksam gewesen sind, war mir schon vorher sehr wahrscheinlich.

Es schien mir jedoch notwendig, diese Frage experimentell zu studieren. Darum habe ich erstens die orthochromatische Isolarplatte durch eine gewöhnliche, besonders gegen violette und ultraviolette Strahlen empfindliche Platte ersetzt.

3. Der zweite Versuch wurde daher mit einer Imperialplatte wiederholt. Der Strom betrug nun wie bei allen diesen Versuchen 5 Amp., und die Wirkungszeit war 26 Stunden 20 Min. Nach dem Entwickeln zeigte die Platte eine sehr starke Einwirkung der Strahlen.

Der Effekt scheint also viel mehr durch violette und ultraviolette als durch gelbe und grüne Strahlen hervorgerufen zu sein.

4. Derselbe Versuch wurde nochmals wiederholt, und die Expositionszeit belief sich auf 25 Stunden. Bei diesen Versuchen lag die Säule ca. 2 mm oberhalb der empfindlichen Platte, befand sich also an keiner Stelle mit derselben in Berührung.

Nach der Entwicklung fand ich einen dunklen, elliptischen Fleck an der Stelle der Wismutstange. Die Wirkung scheint sich also bei frei schwebender Säule gleichförmig in jede Richtung zu verbreiten.

Nur die Abkühlung der unteren Fläche der Säule bei Berührung mit der Platte scheint den Umstand erklären zu können, dass die Stelle, wo die Thermosäule bei den früheren Versuchen lag, keine Beeinflussung zeigte.

Dass die Wärmestrahlen an und für sich nicht wirksam sind, das beweisen noch folgende Versuche.

* * * * *

Es schien mir noch notwendig zu zeigen, dass diese Strahlung keine spezielle Wirkung des Stromes darstellt, sondern nur durch eine Erhöhung der Temperatur hervorgerufen ist. Darum habe ich mir ein Thermoelement von Kupfer und Zink machen lassen. Diese Thermosäule wurde in ganz ähnlicher Weise wie die Antimon-Wismutsäule in denselben Kasten eingeführt und auf die empfindliche Seite einer photographischen Platte gelegt. Ein Strom, 5 Amp., wurde dann 26½ Stunden durch die Thermosäule geschickt. Derselbe Versuch wurde später mit umgekehrter Stromrichtung ausgeführt. Nach dem Entwickeln fand ich mit Ausnahme eines schwarzen Punktes

keine Beeinflussung in der Umgebung der Stelle, wo die Säule gelegen hatte.

* * * * *

Es scheint mir hierdurch bewiesen zu sein, dass alle Metalle schon bei gewöhnlichen Temperaturen sogar violette und ultraviolette Strahlen aussenden, obgleich diese Strahlen noch zu schwach sind, um mit unseren Augen empfunden werden zu können. Bei Steigerung der Temperatur wird diese Strahlung immer intensiver, bis bei Weissglut auch unsere Augen davon affiziert werden. Diese Strahlung wird möglicherweise durch gewisse chemische Prozesse an der Oberfläche des Metalles erzeugt, aber die Wirkung auf die empfindliche Platte scheint von der Oberfläche und nicht von hierbei entstandenen Emanationen auszugehen.

detained
place of contact
not visible

Bei diesen Versuchen habe ich ein Thermoelement gebraucht, um auch die Wirkung an der Verbindungsstelle zweier Metalle studieren zu können. Das erhaltene Resultat zeigt nun, dass die Berührungsstelle der Metalle in bezug auf die Energieausstrahlung keine bemerkbare Rolle spielt. Es ist also sehr wahrscheinlich, dass die Ursache der Thermoströme nicht in dieser Berührungsstelle, sondern in den Eigenschaften der beiden zusammengelöteten Metalle gesucht werden muss.

W. Thomson hat ja schon auf theoretischem Wege gezeigt, dass bei den Peltierschen Erscheinungen Kräfte vorkommen müssen, die Funktionen der entsprechenden Temperaturen sind, und deren Form von der Beschaffenheit der Metalle abhängt, welche das Thermoelement bilden.

Die Erfahrung lehrt dazu, dass z.B. zwei Kupferdrähte, wenn auch chemisch ganz gleich, doch physikalisch so voneinander verschieden sein können, dass, wenn sie einen Kreis bilden, schon Thermoströme auftreten können.

Wir haben es also bei jeder Thermo Säule mit einer Energieausstrahlung zu tun, die bei dem einen Metalle bei gewöhnlichen Temperaturen grösser ist als bei den anderen. Wahrscheinlich wird sich diese Verschiedenheit der ausgestrahlten Energiemengen bei einer anderen Temperatur ausgleichen, ja sogar bei noch grösserer Veränderung der Temperatur in umgekehrter Weise entstehen können.

Hierdurch könnte man vielleicht die Inversion der Thermo Säulen bei höheren Temperaturen erklären.

Wahrscheinlich senden, wie schon erwähnt, fast alle

Körper bei gewöhnlichen Temperaturen auch violette und
220 ultraviolette Strahlen aus. Die ionisierende Wirkung dieser
Strahlen spielt vielleicht eine ungeahnte Rolle in der Natur.

Es liegt auch nahe, anzunehmen, dass Tiere, die im
Dunkeln sehen, speziell für diese Strahlen empfindliche
Augen haben.

G. MELANDER,

Helsingfors.

(*Annalen der Physik*, Bd. xvii., 1905, S. 705-716.)

7. GESCHICHTE DER THERMOCHEMIE.

Robert Boyle, der Begründer unserer heutigen Ansicht
über die Grundstoffe, war wohl der erste, der sich mit ther-
mochemischen Untersuchungen befasste. Er machte gegen
die von Paracelsus vertretene Ansicht, dass sich die Grund-
5 bestandtheile der Körper durch Anwendung von Feuer sicher
erkennen liessen, energisch Front. Er wusste schon, dass
Körper bei der Verbrennung eine Gewichtsvermehrung er-
fahren. Hieraus musste auf eine sich dabei abspielende
Vereinigung mit anderen Stoffen geschlossen werden. Im
10 Zusammenhang mit physikalischen Arbeiten beschäftigte er
sich lebhaft mit der Untersuchung der Luft und ihrer Ver-
änderung, namentlich beim Verbrennungs- und Atmungs-
prozess.

Im Verfolg der Boyle'schen Ideen zeigte Majow, dass die
15 atmosphärische Luft bei der Verbrennung eines Körpers
einen ihrer Bestandteile abgibt. Lavoisier bewies dann, dass
der Sauerstoff der Luft die Verbrennung unterhalte, indem er
sich mit dem verbrennenden Körper vereinige, und stellte
hiermit den Hauptsatz der heute gültigen Verbrennungs-
20 theorie auf. Er war es auch, der thermochemische Messungen
von Verbrennungswärmen ausführte; speziell suchte er die
von tierischen Organismen produzierten Wärmemengen zu
messen. Ein Grundgesetz, ein Spezialfall des Gesetzes
von der Erhaltung der Kraft, ist schon von ihm aufgestellt,
25 nämlich dass zur Zerlegung einer Verbindung ebensoviel
Wärme erforderlich sei, als bei ihrer Bildung aus den
Elementen frei werde. Um auch die bei Wärmemessungen
nach aussen abgegebene Wärmemenge zu kennen, war die
Kenntnis der spezifischen Wärmen der erwärmten Stoffe
30 notwendig.

•Die Lösung dieser Aufgabe wie auch die systematische Anwendung unseres heutigen Wärmemasses, der Kalorie, ist das Verdienst von Hess. Auch stellte er das wichtige *Princip von der „Konstanz der Wärmesummen,“* die Hauptgrundlage der heutigen Thermochemie, auf. Er selbst hat es mit folgenden Worten gegeben: 35

„Wenn eine Verbindung stattfindet, so ist die entwickelte Wärmemenge konstant, mag die Verbindung direkt oder indirekt und zu wiederholten Malen geschehen.“

Das heisst also, die einem chemischen Vorgange entsprechende Wärmeentwicklung ist stets dieselbe, es mag nun der Vorgang auf einmal oder in beliebig vielen und beliebig getrennten Abteilungen verlaufen. 40

Auf chemische Prozesse ist die mechanische Wärmetheorie zuerst von Julius Thomsen angewandt worden. Wichtige Prozesse wie den Verbrennungsvorgang, Oxydation, Reduktion und die Salzbildung hat er in den Kreis seiner Betrachtungen gezogen. Auch in der Verbesserung und Verfeinerung thermochemischer Methoden hat er viel geleistet, ebenso wie Berthelot, Horstmann, Stohmann und andere. 50

Dr. MAX RUDOLPHI : *Physikalische Chemie*,
Leipzig, Göschen.

8. ÜBER EINIGE ENTLADUNGSERSCHEINUNGEN IN EVAKUIERTEN RÖHREN.

Es ist eine bekannte Tatsache (Vgl. z.B. Müller-Pouillet, *Lehrb. d. Phys.*, III., 9. Aufl., p. 285; Cl. Hess, *Physik. Zeitschr.*, 6., p. 200, 1905; R. Lohnstein, *Zeitschr. f. physik. u. chem. Unterricht*, Jan. 1905; *Physik. Zeitschr.*, 6., p. 443, 1905 [Anm. d. Redaktion]), dass elektrische Glühlampen, die noch nicht im Gebrauch gewesen sind, in einem matten, bläulichen Lichte aufleuchten, wenn man sie mit der Hand, einem Stück Seide, Pelz u. ä. reibt. Es ist der Versuch gemacht worden, diese Leuchterscheinungen auf physiologische Ursachen zurückzuführen (R. Sommer, *Deutsche med. Wochenschrift*, 1905, Nr. 8), doch ergibt sich das Unzutreffende dieser Erklärung wohl schon aus dem Umstande, dass das Leuchten mittels Tüchern etc. herbeigeführt werden kann. 5

15 Im Folgenden sollen einige Versuche beschrieben werden, die teils mit Glühlampen, teils mit elektrodenlosen, evakuierten Glasröhren angestellt wurden.

Beim Reiben sowohl der Lampen als auch der Röhren treten auf dem Glase die grünen Fluoreszenzflecke auf, die man bei den Teslaversuchen, Kathodenstrahlen etc. beobachtet hat. In den Glühlampen sieht man fast immer kleine, rötliche Lichtpünktchen umherschwirren, die sich scheinbar auf dem lebhaft hin- und herschwingenden Kohlenfaden befinden. Diese Lichtpünktchen mögen identisch sein mit denen, welche Borgmann an einem Draht, welcher sich im luftverdünnten Raum befindet und an einen Induktortopol angeschlossen ist, beobachtet hat.

Stellt man das Reiben der Lampe ein und behält sie in der Hand oder befestigt sie in einem Stativ, so bleibt sie 8 bis 10 Sekunden lang dunkel, dann geht plötzlich vom Fusse der Lampe ein ganz schwaches Leuchten aus. Ausserdem strahlt der Kohlenfaden in seiner ganzen Länge in mattem, gelblichem Licht. Dieses „sekundäre Leuchten“ tritt, ohne dass die Lampe von aussen erregt wird, nur bei hochempfindlichen Glühbirnen auf, d.h. bei solchen, mit denen schon sehr viel experimentiert worden ist.

Ein bei weitem stärkeres „sekundäre Leuchten“ erhält man dann, wenn man die Glaswandung der Lampe nach dem Reiben in der Hand hält und der Fassung die andere nähert. Im Augenblick des Berührens beginnt der ganze Kohlenfaden stark zu strahlen. Die Strahlung wird allmählich schwächer und erlischt nach kurzer Zeit. Schlechter, oft gar nicht, gelingt der Versuch, wenn man der Fassung nicht die Hand, sondern einen anderen Gegenstand nähert. Es ist nicht gleichgültig, ob man die Fassung mit der ganzen Handfläche oder mit einem Finger berührt; im letzteren Falle leuchtet die Lampe stärker. Wenn die Entladung so vollständig erfolgt war, dass auch durch Berühren mit dem Finger kein „sekundäres Leuchten“ mehr zu erzielen war, gelang es häufig, noch mehrere schwache Entladungen herbeizuführen durch Berührung der Fassung mit der Nasenspitze.

Auffallend ist es, dass bei dem „sekundären Leuchten“ der Kohlenfaden sich vollständig in Ruhe befindet. Ein kalter Kohlenfaden ist bekanntlich so empfindlich, dass er durch leise Erschütterungen in äusserst lebhaftes Schwin-

gungen versetzt wird und oft gar nicht wieder zu beruhigen ist. Mit grosser Dämpfung kommt er jedoch zur Ruhe, wenn man ihn durch einen elektrischen Strom zum Glühen bringt; diese starke Dämpfung wird von Kempf-Hartmann 60 auf magnetische Vorgänge zurückgeführt. Das gleiche mag bei dem "sekundären Leuchten" zutreffen, da bewegte elektrische Ladungen in der Lampe vorhanden sind, und erstere einen magnetischen Effekt geben können.

Das "sekundäre Leuchten" tritt bei den elektrodenlosen 65 Röhren nicht auf; in den Glühlampen kann man es auch dadurch erzeugen, dass man sie anhaucht. Tut man letzteres jedoch bei einer Lampe, die durch Reiben erregt wird, so beobachtet man eine bedeutende Abschwächung des Leuchtens. / 70

Schlägt man mit der flachen Hand gegen das eine Ende einer elektrodenlosen Röhre, die man vorher schon längere Zeit gerieben hat, so erhellt sie sich an dem entgegengesetzten Ende, oft auch ihrer ganzen Länge nach.

In Röhren wie Lampen kann man nun das Leuchten 75 erhalten, ohne sie zu reiben oder überhaupt zu berühren. Ich machte folgenden Versuch: Ich klemmte eine Lampe in ein Stativ ein und hängte darüber einen Ebonitstab in zwei Seidenschlingen so auf, dass er sich in einer Entfernung von 1 cm von der Röhre befand. Wenn ich nun diesen 80 Stab durch Reiben elektrisierte, so blieb die Röhre dunkel, so lange er sich über ihr in Ruhe befand; er begann jedoch zu leuchten, sobald er in pendelartige Schwingungen versetzt wurde, und er leuchtete so lange, als er sich mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegte. Nahmen die 85 Amplituden der Schwingungen ab bis unter einen bestimmten Wert, so blieb die Lampe dunkel. (Dieser Versuch ist von Lohnstein [l.c.] beschrieben worden, was dem Autor unbekannt war [Anm. d. Redaktion]).

Man kann auch die Lampe oder Röhre, isoliert auf- 90 gehängt, in Schwingungen versetzen, und den Stab darunter befestigen: der Effekt ist der gleiche. Beobachtet man die Lampe im Hellen, so sieht man, dass der Kohlenfaden in Ruhe bleibt, so lange der Ebonitstab nicht bewegt wird; sobald er aber zu schwingen beginnt, gerät der Kohlenfaden 95 in starke Bewegung.

Entfernt man den Ebonitstab aus der Schlinge und nähert ihn der Röhre, so leuchtet sie einen Augenblick

lang schwach auf, solange man mit dem Stab in ihrer Nähe
100 bleibt oder sie auch berührt, und sie leuchtet wiederum auf,
wenn man den Stab mit einer gewissen Geschwindigkeit von
ihr entfernt. Tut man dies nicht schnell genug, so tritt
keine Entladung in der Röhre auf.

Reibt man eine Lampe am Ärmel, so beginnt sie zu
105 leuchten, und zwar gewöhnlich nicht sonderlich hell; wenn
man jedoch dieselbe mit einem kräftigen Ruck vom Ärmel
entfernt, so tritt für wenige Sekunden ein sehr helles Auf-
leuchten in ihr auf. Diese Verstärkung des Leuchtens ist
noch deutlicher zu beobachten, wenn man die Lampe nur
110 so kurze Zeit am Ärmel reibt, dass noch *keine* Entladung
stattfindet. Dann tritt, trotzdem also die Entladung noch
nicht eingeleitet war, bei schnellem Entfernen vom Ärmel
eine helle Lichterscheinung in der Lampe auf. Man kann
diesen Versuch 10—12 mal wiederholen, ohne die Lampe
115 erst reiben zu müssen. Ja, die Entladung erfolgt noch
dann, wenn man mit der Lampe einen unelektrischen
Körper berührt und sie dann mit kräftigem Ruck von
diesem entfernt. Das Leuchten blitzt manchmal dicht am
Ärmel (oder dem Reibzeug), meist jedoch erst dann auf,
120 wenn die Lampe bereits 1—1½ m davon entfernt ist. Bei
Annäherung an das Reibzeug ist Leuchten nur selten und
dann auch noch sehr schwach zu beobachten.

Die Ursache dafür, dass die *Veränderung* des elektrischen
Feldes die Röhre zum Aufleuchten bringt, dagegen nicht
125 ein konstantes Feld, dürfte sich durch die Leitfähigkeit der
Glaswand bez. des Gases erklären.

Bei dem „sekundären Leuchten“, das ebenfalls auf einer
Änderung des elektrischen Feldes in der Lampe beruht,
liegen die Verhältnisse nicht ganz so einfach. Das Auf-
130 fälligste an ihm ist jedenfalls die Tatsache, dass die Lampe
nach dem Reiben vollständig sich selbst überlassen werden
kann, und dass dann trotzdem ein Leuchten wieder eintritt.
Begünstigt wird es durch das Berühren der Fassung und
der Glaswand, so dass also in diesem Falle direkt von
135 aussen her das elektrische Feld eine Änderung erleidet.

ROBERT FÜRSTENAU.

Charlottenburg.

(Ann. d. Phys., Bd. 17, 1905, S. 775-778.)

9. ÜBER ANORGANISCHE COLLOÏDE.

Schon in der Mitte dieses Jahrhunderts wurde von verschiedenen Forschern die Beobachtung gemacht, dass Niederschläge, welche unter gewöhnlichen Bedingungen in Wasser so schwer löslich sind, dass sie unter Umständen zur gewichtsanalytischen Bestimmung benutzt werden können, unter ganz bestimmten Bedingungen ihre Unlöslichkeit verlieren und mit reinem Wasser eine eigentümliche Art von Pseudolösung bilden. Gleichzeitig entging diesen Beobachtern nicht die Thatsache, dass diese Flüssigkeiten durch manche Elektrolyte, und zwar oft minimale Mengen derselben, den scheinbar gelösten Stoff ausschieden, und zwar bei den beobachteten Substanzen in gallertartiger Form, dass sie coaguliert werden. Schon dieser Umstand wies darauf hin, dass es sich um Lösungen im eigentlichen Sinne des Wortes, wie z. B. der Salze in Wasser nicht handeln konnte. Diese Forscher beschränkten sich aber darauf, die beobachteten Erscheinungen zu beschreiben, und gingen nicht näher der Ursache derselben nach. Da war es *Graham*, der durch seine klassischen Untersuchungen über die Diffusion gelöster Stoffe durch Membranen den Unterschied zwischen solchen, welche durch die Membran in reines Wasser diffundieren, und solchen, welchen diese Fähigkeit fehlt, feststellte. Zu den ersteren gehören die meisten löslichen Körper, wie Salze, Säuren und Basen, also alle Elektrolyte und auch viele Nichtelektrolyte, wie Zucker, Harnstoff u.s.w., während die letzteren, von denen *Graham* selbst viele durch Anwendung der Dialyse, wie er den Vorgang der Trennung beider nannte, darstellte, hauptsächlich auf bestimmte Körperklassen beschränkt sind. Die ersteren nannte er Krystalloide, die anderen Colloide. *Graham* hat nun gefunden, dass jedes pseudogelöste Colloid auch eine unlösliche Form besitzt, und er hat für diese beiden Formen die Bezeichnungen Hydrosol und Hydrogel vorgeschlagen, um zu bezeichnen, dass der gelöste (sol) Körper durch Fällung mit Elektrolyten in den coagulierten, gelatineartigen (gel) Körper übergeht. In neuerer Zeit ist es aber gelungen, einige dieser Colloide aus ihren Pseudolösungen, wenn nur das richtige Fällungsmittel angewendet wird, so abzuscheiden, dass sie die Fähigkeit, mit reinem Wasser wieder eine Pseudolösung zu bilden, nicht einbüßen. Man könnte dann

- vielleicht von einem flüssigen und einem festen Hydrosol und von dem Hydrogel, dem unlöslichen, amorphen Körper reden. Ich bin der Ueberzeugung, dass es gelingen muss, jeden bei chemischen Reaktionen sich in amorphem Zustande bildenden
- 45 Niederschlag in eine pseudolösliche Form überzuführen, so dass vielleicht gerade diese Eigenschaft als ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen amorphen und krystal-
- 50 linischen Körpern angesehen werden kann, da die letzteren wahre Lösungen bilden und im Stande sind, durch die Membran in reines Wasser zu diffundieren, während amorphe Körper nie wahre Lösungen geben. Es ist aber die Fähigkeit, colloide Pseudolösungen zu bilden, nicht dem Wasser allein eigen, sondern sie kommt, wie schon *Graham* gezeigt hat, auch anderen Flüssigkeiten zu, ja sogar Glas-
- 55 flüsse zeigen diese Eigenschaft, welche sie nicht einmal beim Erstarren derselben verlieren, und welche schon längst benutzt wird zur Gewinnung gefärbter Gläser.

Dr. ALFRED LOTTERMOSER: *Über Anorganische Colloide (Einleitung).*
Stuttgart, F. Enke, 1901.

10. CHROMATISCHE DEPOLARISATION DURCH LICHT- ZERSTREUUNG.

- Ein vollkommen schwarzer Körper wird definiert als ein solcher, der bei unendlich kleiner Dicke alle Strahlen, die auf ihn fallen, vollständig absorbiert. Wenn diese Definition alles erschöpft, was im ideellen Falle vom schwarzen Körper
- 5 gesagt werden kann, so besitzen die schwarzen Körper der Natur noch eine Eigenschaft, die eine nicht geringe Bedeutung hat und als eine der üblichen gleichmächtige Charakteristik angesehen werden kann. Die teilweise bekannten und andere weiter angeführte Versuche zeigen,
- 10 dass man den schwarzen Körper vollständig beschreiben kann als einen solchen, welcher eine *Ordnung* in die Schwingungen der auf ihn fallenden Strahlen einträgt. Als Folge davon erweist sich, dass das vom schwarzen Körper zer-
- 15 streute natürliche Licht polarisiert und ein polarisiertes Strahlenbündel nicht depolarisiert wird. Indem wir vom ideellen Falle zu reellen Körpern übergehen, müssen wir die Qualität schwarz im allgemeineren Sinne auffassen.

•
Wir müssen diese immer mit einer bestimmten Art von Strahlen verbinden. Ein Körper kann sich als schwarz gegen bestimmte Strahlen und als nicht schwarz gegen 20 andere verhalten.

Wenn ein farbiger Körper eine auswählende Absorption gegen gewisse Lichtstrahlen besitzt, so wird er schwarz in bezug auf diese, und im von seiner matten Oberfläche zerstreuten polarisierten Bündel weissen Lichtes werden nur 25 diejenigen Strahlen nicht depolarisiert, für welche der Körper schwarz ist.

Im Gegensatz zu den schwarzen Körpern stehen weisse Körper. Da eine unendlich dünne Fläche dieser Körper das auffallende Licht nicht vollständig absorbiert, müssen 30 wir ein Eindringen des Lichtes in weisse Körper und eine Zerstreuung aus ihrer Tiefe annehmen. Ein solcher Vorgang wird von einer Depolarisation des auffallenden polarisierten Lichtes begleitet. Der weisse Körper verändert also die Natur des einfallenden Lichtes, indem er in 35 dieses eine *Unordnung* einträgt. Aus denselben Gründen wie für schwarze Körper müssen wir von weissen Körpern für bestimmte Strahlen sprechen, die Qualität weiss mit bestimmten Strahlen verbinden. Ein und derselbe farbige Körper kann sich weiss gegenüber einzelnen Strahlen und 40 schwarz gegen andere erweisen. Ein solches Verhalten kann entdeckt werden entweder durch die Untersuchung der Absorptionsspektren oder mit gleichem Erfolge, besonders für undurchsichtige Körper, mittels der Bestimmung des Polarisationszustandes eines polarisierten Lichtbündels 45 nach seiner Zerstreuung von der matten Oberfläche des Körpers. Die Beobachtungen, welche weiter beschrieben werden, führen zu dem Ergebnisse, dass die farbigen Körper diejenigen Strahlen depolarisieren, welche zum grössten Teile ihre Körperfarbe bilden, indem solche Strahlen 50 am wenigsten eine Absorption erleiden und den Körper in grösserer Dicke durchsetzen.

Eine strenge Sonderung der Körper in weisse und schwarze gegenüber bestimmten Strahlen kann nur ausnahmsweise durchgeführt werden, meistens finden wir nur 55 graue Körper in dem oben auseinandergesetzten Sinne.

N. UMOV.

Moskau.

(*Physikalische Zeitschrift*, 6. Jahrgang, No. 29, S. 674.)

11. GOLD.

- Im Jahre 1857 machte *Faraday* die Beobachtung,¹ dass eine sehr verdünnte Goldchloridlösung durch gelben Phosphor nach und nach in der Weise reduziert wird, dass sich eine rubinrote Flüssigkeit bildet, welche sich zwar meist
- 5 bald verändert und Gold absetzt, oft aber auch lange Zeit hindurch sich unverändert hält. Bei Zusatz von Elektrolyten tritt diese Veränderung momentan unter Farbumschlag in Violett und Ausfällung feinen Goldes ein. Zugleich fiel *Faraday* die grosse Aehnlichkeit der Farbe des
- 10 Goldrubinglases mit der dieser Goldflüssigkeit auf und optische Untersuchungen bestätigten ihm diese Aehnlichkeit. Auch durch elektrische Zerstäubung von Golddrähten auf Glas entstanden nach seinen Versuchen oft Niederschläge auf demselben, welche mit roter Farbe durchsichtig waren.
- 15 Später gelang es auch anderen Forschern, durch Reduktion von verdünnten Goldlösungen rote Flüssigkeiten zu gewinnen, z.B. *Knauff* mittels Oxalsäure und *Clemens Winkler* mit schwefliger Säure. Endlich hat auch *Max Müller*² durch Reduktion einer verdünnten, mit Natronlauge alkalisch
- 20 gemachten Goldlösung mit Glycerin in der Wärme eine rote Flüssigkeit erhalten, welche sich allerdings nur sehr kurze Zeit unverändert hält und bald fein verteiltes Gold absetzt. In neuester Zeit hat nun *Zsigmondy*³ ein Reduktionsverfahren von verdünnter, schwach alkalischer Goldchloridlösung mit
- 25 Formaldehyd ausgearbeitet, welches zur Erzielung einer rein roten, vollkommen klaren Goldflüssigkeit führt. Seine Vorschrift zur Durchführung dieser Reaktion lautet folgendermassen: „25 ccm. einer Lösung von 0,6 g. Goldchloridchlorwasserstoff im Liter werden mit 100 bis 150 ccm.
- 30 Wasser verdünnt, hierauf mit 2 bis 4 ccm. einer 0,2 normalen Lösung von Kaliumcarbonat oder Kaliumbicarbonat versetzt und zum Sieden erhitzt. Unmittelbar nach dem Aufkochen entfernt man die Flamme und fügt partieweise, aber ziemlich schnell 4 ccm. einer Lösung von 1 Teil frisch
- 35 destilliertem Formaldehyd in 100 Teilen Wasser unter lebhaftem Umrühren zu.“ Wird diese Vorschrift nicht

¹ *Pogg. Ann.*, 101, 383.

² *J. pr. Chem.* (2), 30, 252.

³ *Lieb. Ann.*, 301, 29.

ganz genau eingehalten, so erhält man violette, oft sogar blaue Lösungen, die meist auch im auffallenden Lichte stark getrübt erscheinen und bald Gold absetzen, während die nach der Vorschrift hergestellten rein roten Lösungen 4 gekocht und monatelang aufbewahrt werden können, ohne sich zu verändern. Die gewonnenen roten Flüssigkeiten enthalten naturgemäss sehr wenig Gold, können aber durch Einkochen bis zu einem Gehalte von 0,05 bis 0,1 % konzentriert werden. Ebenso ist es möglich, dieselben durch 4 Dialyse von den noch vorhandenen Elektrolyten zu befreien und so zu reinigen. Hierin liegt zugleich der Beweis für die colloidale Natur des Goldes, dass es unfähig ist, durch die Membran zu diffundieren. Nach dieser Reinigung ist es möglich, das Hydrosol noch weiter zu konzentrieren, und 50 zwar bis zu einem Gehalte von 0,12 %. Ein Hydrosol von dieser Konzentration lässt aber nach und nach einen Teil seines Goldgehaltes zu Boden sinken, während ein zehnfach verdünntes auch nach langem Stehen keine Veränderung zeigt. Gegen Elektrolyte sind alle diese Flüssigkeiten 5 sehr empfindlich, alle, ja sogar Alkohol fällt, nachdem die Farbe von rot über violett in blau umgeschlagen ist, schwarzes Gold aus. Von metallischem Quecksilber wird aus dem Hydrosol kein Gold aufgenommen, ja sogar das durch Elektrolyte niedergeschlagene Gold vereinigt sich nur 60 äusserst langsam und unvollkommen mit diesem. Interessant ist das Verhalten des Goldhydrosols zum elektrischen Strome. Es wandert nämlich Gold mit der negativen Elektrizität und setzt sich an der Anode als schwarzes Pulver an, welches kein Hydrosol mehr ist; wird eine Pergamentmembran in den Weg eingeschaltet, so lagert dasselbe sich auf dieser ab, da es dieselbe nicht zu durchdringen vermag. 61 Dass das Hydrosol nun wirklich metallisches Gold und nicht etwa ein Oxyd desselben enthält (ein Salz konnte es nicht gelöst enthalten, da dasselbe durch die Membran 70 diffundiert wäre), hat Zsigmondy mittels des durch Kochsalz aus dem Hydrosol niedergeschlagenen Körpers bewiesen. Durch Glühen desselben konnte er nur sehr geringe Mengen Gas austreiben, welches zum weitaus grössten Teile aus Stickstoff bestand und nur $\frac{1}{8}$ der Sauerstoffmenge enthielt, 75 welche von Goldoxydul hätte abgegeben werden müssen. Das abgegebene Gas rührte demnach wahrscheinlich nur von oberflächlich kondensierter Luft her. Auch beim Behandeln

- des Niederschlages mit Salzsäure gingen nur ganz geringe
80 Mengen desselben in Lösung; die im Niederschlage enthaltene Menge Goldoxydul hätte, wenn das in Lösung gegangene von der Anwesenheit des Oxyduls herrühren sollte, weniger als 1% betragen. Endlich hat Zsigmondy sehr eingehend die Absorptionsspektren seines Goldhydrosols und
85 des Goldrubinglases untersucht und hier vollkommene Uebereinstimmung gefunden, ein Hinweis darauf, dass sich sicherlich das Gold sowohl im Hydrosol als auch im Glase in demselben Zustande befindet.

Dr. ALFRED LOTTERMOSER: *Über Anorganische Colloide*, S. 27-28.
Stuttgart, F. Enke, 1901.

12. REZENSION von

TH. C. HEBB: *Die Schallgeschwindigkeit*. (Phys. Rev. 20, S. 89-99
1905.)

- Nach einem Vorschlage von Michelson hat der Verf. versucht, die Schallgeschwindigkeit aus beobachteter Frequenz und Wellenlänge einer ebenen Schallwelle zu berechnen. Zwei gleiche Paraboloiden stehen einander
5 zugekehrt sich gegenüber, wovon das eine auf Schienen rollend dem anderen genähert oder entfernt werden kann. In der Brennpunktlinie des feststehenden befindet sich eine Schallquelle (gedackte Pfeife unter konstantem Gebläse-
druck) und nahebei ein Telefonsender, mit der Öffnung
10 der Wand zugekehrt. Beide sind hintereinander mit einer Batterie und der Primärwicklung einer Induktionsspule verbunden; die Sekundärspule derselben ist durch einen Telephonempfänger geschlossen. Man nimmt so mit dem
15 Gehör Luftschwingungen wahr, deren Intensität von der Phasendifferenz der Schwingungen in den beiden Sendern abhängig ist, also Maxima und Minima, wenn man das bewegliche Paraboloid nähert oder entfernt. Dabei hat sich
aber herausgestellt, dass die Tonhöhe der Pfeife und die Phase des ersten Senders durch die reflektierte Welle
20 beeinflusst wird, sowie die Phase des zweiten Senders durch die direkte Welle. Der erste Übelstand wurde durch Variation des Gebläsedrucks gehoben, der zweite soll durch
möglichste Schwächung der reflektierten Welle vermindert,

der dritte unbedeutend sein. Des weiteren nahm die Wellenlänge, wie theoretisch vorauszusehen war, mit der Entfernung von der Schallquelle etwas ab. Da aber hier die Frequenz eingeht, so konnte dieser Einfluss durch einen hohen Ton (2376, 5 Schw./Sek.) praktisch unmerklich gemacht werden. Zur Messung der Wellenlänge standen bis zu 220 aufeinander folgende Minima zur Verfügung. Die Tonhöhe wurde durch Vergleichung mit einer geeichten Stimmgabel bestimmt. Die Versuche, die in einer Halle von 120 Fuss Länge, 10 Fuss Breite und 14 Fuss Höhe vorgenommen wurden, ergaben als Mittelwert von v bei 0° C. 331,29 m/sek. mit einem wahrscheinlichen Fehler von 0,04. K. U.

(Beibl. z. d. Ann. d. Phys., Bd. xxix, No. 17, S. 857 f.)

13. CHEMISCHE VERWANDTSCHAFTSLEHRE.

Das Bestreben, von dem Mechanismus chemischer Reaktionen Kenntnis zu erhalten, reicht bis tief in die Geschichte unserer Wissenschaft hinab. Dem jeweiligen Stande der Kenntnisse entsprechend sind die verschiedensten einfachsten oder kompliziertesten Vorstellungen zu Erklärungsversuchen herangezogen worden, aber alle sind ohne dauernden Einfluss auf die Entwicklung chemischer Kenntnisse geblieben, bis die erste wichtige Theorie einer Beschreibung der Wirkungsweise chemischer Kräfte 1775 von T. Bergmann aufgestellt wurde. Derselbe nahm an, dass chemisch reagierende Stoffe sich wie mechanische Massen verhalten, die von zwei entgegengesetzt gerichteten Kräften angegriffen werden, und der grösseren von diesen beiden Kräften gemäss verläuft der Vorgang. Diese „chemischen Kräfte“ sind nach ihm nur durch die Natur der Stoffe und die Temperatur bestimmt, bleiben also so lange in Wirksamkeit, als noch etwas von den umwandlungsfähigen Stoffen vorhanden ist, d.h. die Reaktionen müssen vollständig bis zu Ende verlaufen. Diese Anschauung lässt die Mengenverhältnisse der reagierenden Stoffe völlig unberücksichtigt und musste aufgegeben werden, sobald ein solcher Einfluss nachweisbar wurde. Zum ersten Male wurde dieser Gesichtspunkt 1777 von C. F. Wenzel betont, der die chemische

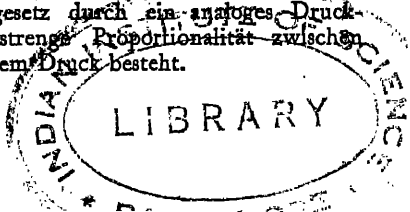
Verwandtschaft der Säuren zu den Metallen messen wollte,
25 und zu diesem Zwecke Metallstücke von gleicher Oberfläche
dem Angriff von Säuren aussetzte, gemäss der Überlegung,
dass die in bestimmter Zeit aufgelösten Metallmengen den
Oberflächen proportional sind. Über die Wirkung der
Säuren sagt er: „Wenn ein Sauerer in einer Stunde eine
30 Drachma von Kupfer oder Zink auflöst, so braucht ein halb
so starkes Sauerer zwei Stunden dazu, wenn nämlich die
Flächen und Wärmen in allen diesen Fällen einander gleich
bleiben.“ Zu ähnlichen Anschauungen gelangte unabhängig
von ihm 1801 C. L. Berthollet, welcher die Anschauung aus-
35 sprach, dass der Verlauf einer chemischen Reaktion nicht
nur durch die Art der Stoffe und die Temperatur bedingt
ist, sondern auch durch die im Reaktionsgebiet vorhandene
Menge eines jeden beteiligten Stoffes. Während der
glänzenden Entwicklung der Experimentalchemie im 19.
40 Jahrhundert wurden aber diese Überlegungen über die Art
des Zustandekommens chemischer Reaktionen beinahe völlig
vergessen und nur vorübergehend und von den Zeitgenossen
fast gänzlich unbeachtet von *Wilhelmy*, *Vernon Harcourt* und
Esson wieder ausgesprochen. Die grosse allgemeine Be-
45 deutung dieser Vorstellungen für die Naturwissenschaft
erkannt zu haben, ist das Verdienst von *Guldberg* und *Waage*,
die in ihrer grundlegenden Schrift „*Etude sur les affinités
chimiques*“¹ die Lehre von der chemischen Massenwirkung²
in konsequenter Weise experimentell und theoretisch zur
50 Durchführung brachten.

Als Grundlage der gesamten Erscheinungen der chemi-
schen Mechanik ist das Gesetz anzusehen, dass die chemische
Wirkung der „aktiven Masse“ eines Stoffes proportional
ist, wobei unter „aktiver Masse“ die in der Volumeneinheit
55 enthaltene Menge eines Stoffes, d.h. seine Konzentration
verstanden wird.

Die Vorstellung, dass die Wirksamkeit der Konzentration
der reagierenden Stoffe proportional ist, führt sofort zu der
Anschauung, dass keine chemische Umsetzung völlig bis zu

¹ Deutsch von R. Abegg in Ostwald's *Klassikern*. S. a. *Guldberg* und
Waage, *Journ. prakt. Chem.* (2), 19, 69.

² Vor einiger Zeit ist von S. Arrhenius (*Zeitschr. physik. Chem.*, 28, 317)
versucht worden, das Massenwirkungsgesetz durch ein analoges Druck-
wirkungsgesetz zu ersetzen, da eine strenge Proportionalität zwischen
Reaktionsgeschwindigkeit und osmotischem Druck besteht.



Ende verlaufen kann, sondern dass jede Reaktion nur bis 60
 zu einem bestimmten Punkte fortschreitet. Dadurch¹ näm-
 lich, dass die aufeinander wirkenden Stoffe infolge dieser
 Wirksamkeit verschwinden und die Reaktionsprodukte sich
 anhäufen, entsteht eine Ursache, welche eben diesen Vorgang 65
 behindert und schliesslich zum Stillstand bringt. Denn die
 entstandenen Stoffe haben in der Masse, in der sie sich
 bilden, immer mehr die Neigung, die Ausgangsstoffe wieder
 zurückzubilden, und es tritt schliesslich ein Zustand ein, wo
 die in jedem Augenblick umgewandelte Menge der Aus-
 gangsmaterialien gleich der zurückgebildeten Menge der 70
 Reaktionsprodukte ist. Dieser Zustand entspricht einem
 dynamischen Gleichgewicht, das den Namen des chemischen
 Gleichgewichtes führt. Dass trotzdem viele Reaktionen
 innerhalb der Grenzen der Messbarkeit vollständig verlaufen
 (Reaktionen der quantitativen Analyse), lässt sich meist 75
 darauf zurückführen, dass die Anhäufung der Reaktions-
 produkte irgendwie verhindert wird. Ist z.B. eines derselben
 gasförmig, so wird es entweichen und keinen Einfluss mehr
 ausüben; ist es unter den gegebenen Umständen unlöslich,
 so wird es sich ausscheiden und sich gleichfalls der weiteren 80
 Wirkung entziehen. Diese letzteren Reaktionen stehen
 aber in keinem strengen Gegensatze zu den ersteren, da
 auch hier theoretisch Gleichgewichte gebildet werden, indem
 die ausgeschiedenen Stoffe etwas — wenn auch vielleicht un-
 geheuer wenig — löslich sind, und der — allerdings sehr 85
 kleinen — Konzentration ihrer gesättigten Lösung entspre-
 chend ein Gleichgewichtszustand sich einstellen muss.

Dr. W. HERZ: *Chemische Verwandtschaftslehre*, S. 1-3.
 Stuttgart, F. Enke, 1903.

14. DIE ENTSTEHUNG DES "NATIONAL PHYSICAL LABORATORY."

Von Professor Lodge und anderen Mitgliedern der *Royal
 Society* wurde auf der englischen Naturforscherversammlung
 des Jahres 1891, der *British Association*, die Errichtung eines
National Physical Laboratory, dessen Tätigkeit der deutschen
 Physikalisch-Technischen Reichsanstalt entsprechen sollte, 5
 in Vorschlag gebracht. Durch die unermüdliche Tätigkeit

¹ Ostwald, *Grundriss der allgemeinen Chemie*, III. Aufl. 290.

des Vorsitzenden der *British Association* vom Jahre 1895; Sir Douglas Galton, eines hervorragenden Ingenieurs, Mitgliedes des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten, wurde
 10 ein Ausschuss mit der Aufstellung eines Planes für die Errichtung eines *National Physical Laboratory* beauftragt, welcher im nächsten Jahre seinen Bericht vorlegte. Darin wurde empfohlen, die Aufgaben der neuen Anstalt gegenüber den Aufgaben der deutschen Physikalisch-Technischen
 15 Reichsanstalt zu beschränken. Die Anstalt sollte an das auf Veranlassung der *British Association* im Jahre 1867 gegründete, von der *Royal Society* verwaltete, sich selbst erhaltende Kew-Observatorium in Richmond angegliedert werden. Zu dieser Einschränkung musste man sich ver-
 20 stehen, da in den technischen Kreisen Englands nur sehr wenig Verständnis dafür vorhanden ist, dass allgemeine, langfristige, nach wissenschaftlichen Methoden geführte Untersuchungen, welche von Universitätsprofessoren in ihrem Laboratorium nicht bewältigt werden können, nicht
 25 bloss der Erkenntnis dienen, sondern auch der Praxis mittelbaren Nutzen bringen. Zwischen Theorie und Praxis bleiben scheinbar unüberwindliche Schranken bestehen, so viel Mühe sich auch die bedeutendsten Techniker und Wissenschaftler gegeben haben, um nachzuweisen, dass die
 30 Industrie und die Mechanik, wenn sie ohne Fühlung mit den Methoden und Ergebnissen der Wissenschaft bleiben, in ihrer rohen Empirie nicht vorwärts kommen können. Reine Untersuchungen sind in England nicht beliebt; beschränken sich doch die meisten Laboratorien auch nur
 35 darauf, spezielle praktische Messungen nach anerkannten Methoden auszuführen. Erst die augenscheinlichen industriellen Erfolge Deutschlands in der Beherrschung des Weltmarktes, speziell auf dem Gebiete der elektrischen und präzisionstechnischen Instrumente sowie der Glastechnik,
 40 veranlassten als ersten Schritt zur Nutzbarmachung der Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen, dass das Projekt zur Errichtung des *National Physical Laboratory* amtlich erörtert wurde. Es dürfte aber noch lange Zeit erfordern, ehe die Allgemeinheit sich für Aufgaben von der
 45 Bedeutung erwärmt, wie sie in der Denkschrift über die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt der ersten und zum Teil auch der zweiten Abteilung zuerkannt werden. * So viel erreichte schliesslich die *Royal Society* und

die mit ihr verbündeten technischen Vereine von der Regierung, dass 1897 ein amtliches Komitee unter Vorsitz 50 von Lord Rayleigh zur Aufstellung eines Planes über die Errichtung eines *National Physical Laboratory* eingesetzt wurde. Obwohl 30 Sachverständige, darunter in erheblicher Zahl Techniker, für die allgemeineren Ziele eintraten, wurden in das Programm von 1898 doch nur rein praktische, 55 unmittelbar greifbare Aufgaben aufgenommen.

Eine Abteilung des *National Physical Laboratory* bildete von vornherein das Kew-Observatorium mit im wesentlichen unverändertem Arbeitsplan. Zu dieser Abteilung traten zwei neue. Die eine, das *Physical Department*, hat physikalische 60 und Material-Konstanten zu ermitteln, Normale, für die verschiedensten Gebiete (Länge, Masse, Kapazität, Schwere, Licht und Elektrizität) herzustellen, zu vergleichen und konstant zu halten, sowie physikalische Geräte zu prüfen und zu beglaubigen. Der zweiten Abteilung, dem 65 *Engineering Department*, fällt die Prüfung von Materialien zu; es stellt Normen für Materialien des Hoch- und Maschinenbaues auf und gibt unparteiische Gutachten ab. Für die erforderlichen Bauten und für Ausstattung mit Apparaten wurde vom Parlamente der Betrag von 70 14,000 Lstr. dem Finanzministerium bzw. der *Royal Society* zur Verfügung gestellt; dieser Betrag musste allerdings um 5,000 Lstr. überschritten werden — in Anbetracht der von der *Royal Society* auf 30,000 Lstr. veranschlagten Kosten nur ein geringer Betrag. Im Vergleich zu anderen Ländern 75 steht in diesen Punkten England, das für die erste Einrichtung des *National Physical Laboratory* rd. 400,000 M. aufwendete, weit zurück. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt hat nahezu 4,000,000 M. gekostet, davon entfallen auf die zweite Abteilung allein 2,800,000 M.; 80 das königl. Materialprüfungsamt in Gross-Lichterfelde, dem die Aufgaben des *Engineering Department* zufallen, von etwa gleichem Umfang wie die Reichsanstalt, hat nahezu denselben Betrag erfordert. Die Bauten des *Laboratoire d'Essais*, einer Abteilung des *Conservatoire des Arts et Métiers* in Paris, 85 haben 940,000 M. gekostet; für das *Standards Bureau* in Washington sind 2,300,000 M. aufgewendet worden.

Dr. W. BEIN.

Berlin. •

(*Deutsche Mechaniker-Zeitung*, September, 1905, S. 173 f.)

15. BERICHTE.

A—PERCARBONATE.

Constam und v. Hansen¹ haben auf elektrolytischem Wege Percarbonate von der Zusammensetzung $H_2C_2O_6$ erhalten, die beim Erhitzen unter Abgabe von CO_2 and O_2 sich zersetzen. Percarbonate anderer Art bekomme ich bei
 5 Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd auf Natrium- und Kalium-Carbonat. Um Natriumpercarbonat zu gewinnen, löse ich Soda (7.5 g. Natriumcarbonat) in kaltem 3-procentigem Wasserstoffsuperoxyd (100 g.) und füge nach kurzer Zeit (5—10 Minuten) das dreifache Volumen
 10 Alkohol zu. Es entsteht ein deutlich krystallinischer Niederschlag, der auf dem Filter mit Alkohol und zuletzt mit Aether gewaschen wird. Nach eintägigem Trocknen über Schwefelsäure enthält das Salz 10.77—10.90 pCt. activen Sauerstoff, wie durch Titration mit Chamäleon
 15 nach Zusatz von Schwefelsäure gefunden wurde. Beim Erwärmen des Salzes über 100° entweicht nur Sauerstoff und Wasser, aber keine Kohlensäure. Zur Bestimmung des Wassers und nebenbei auch des Sauerstoffs erhitzte ich das Salz (in Platinschiffen) in einer kurzen Verbrennungs-
 20 röhre mit vorgelegten Chlorcalcium- und Natronkalk-Röhren. In keinem Versuche wurden mehr als 2–3 mg. Kohlensäure gefunden, was etwa 0.5 pCt. ausmachte. Es sind gefunden:

	Gewichtsverlust des Salzes =	29.97,	29.68 pCt.
25	Wasser	= 18.30,	18.26 „
	Activer O_2 (aus Differenz) =	11.67,	11.42 „ (0.5 pCt. CO_2 inbegriffen).

Aus diesen Daten folgt, dass das Salz die Zusammensetzung $Na_2CO_3 + 1\frac{1}{2} H_2O$ hat, da für dieses sich berechnet:

30 $H_2O = 18.12$ pCt.; $O_2 = 10.73$ pCt.

Wie alle ähnlichen Verbindungen, zerfällt dieses Salz in wässriger Lösung allmählich in Wasserstoffsuperoxyd und Natriumcarbonat; ziemlich rasch zerfällt dann auch das Wasserstoffsuperoxyd unter Sauerstoffentwicklung. Bei
 35 Zusatz von Säuren entweicht Kohlensäure und die Lösung

¹ *Zeitschr. f. Elektrotechn.* 3, 137, 445; *Chem. Centralbl.*, 1897, L, 1141; Vergl. A. Bach (*Journ. d. russ. phys.-chem. Gesellsch.*, 29, 373).

enthält Wasserstoffsuperoxyd, das mit Aether ausgezogen werden kann. Salzsäure und Jodwasserstoff werden oxydirt unter Abscheidung des Haloïds.

(*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, xxxii., 2 ; S. 1541.)

B—MONOCHLORACETYLPEROXYD, $\text{CH}_3\text{Cl} \cdot \text{CO} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_3\text{Cl}$.

Acetylperoxyd, von Brodie¹ entdeckt, von Nef² näher untersucht und analysirt, explodirt bekanntlich ähnlich dem Chlorstickstoff. Das von Vanino und E. Thiele³ dargestellte Phenylacetylperoxyd dagegen ist vollständig ungefährlich. Es schien uns nun von Interesse, zu ermitteln, ob das Vorhandensein von Halogenen in der Acetylgruppe die Beständigkeit des Peroxydes erhöht oder herabdrückt, und wir versuchten daher die Bildung von Monochlor- und Trichlor-Acetylperoxyd, welche bis jetzt nicht bekannt sind.

Behufs Darstellung benutzten wir das s.Z. von v. Pechmann und Vanino⁴ angegebene Verfahren, welches darin besteht, dass man die Säurechloride bei Gegenwart von Basen mit Wasserstoffsuperoxyd behandelt. Bei der Bereitungsweise des Monochloracetylperoxyds hat sich nun gezeigt, dass an Stelle von Natronlauge auch zweckmässig Pyridin¹ oder Natriumacetat⁵ Anwendung finden kann, und gerade letzteres Salz hat sich als besonders brauchbar erwiesen, weil es genügend stark alkalisch wirkt, um das Chlorid zu zersetzen, ohne gleichzeitig das entstandene Peroxyd zu zerstören. Eine Hauptbedingung bei der Darstellung des²⁰ genannten Productes ferner ist gute Kühlung, kräftiges Schütteln oder Rühren und endlich gutes Auswaschen des Niederschlages mit Eiswasser, um ihn von den fest anhaftenden letzten Antheilen der Base vollständig zu befreien. Wir haben in dieser Weise mit meist 20 g. Monochlor-²⁵ acetylchlorid experimentirt und dieselben mit dem doppelten Quantum der berechneten Menge 3-procentiger Wasserstoffsuperoxydlösung versetzt.

¹ Brodie, *Ann. d. Chem.*, Suppl. III., 211.

² *Ann. d. Chem.*, 298, 287.

³ Vanino und E. Thiele, diese Berichte 29, 1727.

⁴ H. v. Pechmann und L. Vanino, diese Berichte 27, 1510.

⁵ Vanino und E. Thiele, diese Berichte 29, 1724.

Monochloracetylperoxyd krystallisirt in feinen Nadeln,
30 löst sich in allen organischen Lösungsmitteln mit Ausnahme
von Gasolin, kann jedoch durch Ausfällen mit Gasolin nicht
mehr gewonnen werden.

Es explodirt durch Druck oder Schlag mit colossaler
Gewalt, verpufft dagegen nur schwach beim Erhitzen auf
35 dem Platinblech. Erstere Eigenschaft hat es mit dem
Acetylperoxyd gemein, durch letztere unterscheidet sich
dasselbe von ihm. Mit concentrirter Schwefelsäure, Sal-
petersäure und Salzsäure erfolgt keine Explosion; mit
Aluminium gemischt, detonirt der Körper unter Feuer-
40 erscheinung; gemengt mit Bleisuperoxyd oder Schwefel,
bezw. chloresurem Kalium explodirt es in der heftigsten
Weise. Mit Bleisuperoxyd gemischt der Einwirkung des
Schwefelwasserstoffs¹ ausgesetzt, erfolgt ebenfalls starke
Detonation. Wie Acetylperoxyd ist es ein kräftiges Oxyda-
45 tionsmittel, Jodkaliumstärkepapier wird sofort gebläut und
nach kurzer Zeit wieder entfärbt, in Folge weiterer Oxyda-
tion zu Jodsäure. Silber wird geschwärzt. Es ist un-
beständig und erleidet selbst im Exsiccator eine allmähliche
Zersetzung, wobei sich ein starker Ozongeruch bemerkbar
50 macht. Trotz dieser Unbeständigkeit gelang es, eine kleine
Menge im Exsiccator bis zur Gewichtsconstanz zu bringen
und den Chlorgehalt nach Carius zu bestimmen.

(*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, xxxiii., 1;
S. 1043.)

16. ÜBER EINIGE EIGENSCHAFTEN DER α -STRAHLEN DES RADIUMS.

Vor zwei Jahren habe ich gezeigt, dass die β -Strahlen des
Radiums folgende bemerkenswerte Eigenschaften auf-
weisen: 1. das Bündel der α -Strahlen verhält sich wie ein
homogenes, d.h. als bestehe es aus Teilchen, welche alle
5 dieselbe Ablenkbarkeit in einem Magnetfelde besitzen;
2. die Bahn dieser Teilchen in einer Ebene senkrecht zum
Felde und in Luft ist keine Kreisbahn, sondern vielmehr

¹ Vanino und Hauser, Notiz über die Einwirkung von Schwefelwasserstoff
auf Bleisuperoxyd. Diese Berichte 33, 625.

eine Kurve, deren Krümmungsradius mit der Länge der Bahn wächst.

Das Experiment, welches diese beiden Eigenschaften 10 erkennen lässt, besteht darin, dass man in das Feld eines Elektromagneten und parallel zur Feldrichtung eine lineare Strahlungsquelle bringt, welche von einigen Körnchen eines Radiumsalzes gebildet wird, die über einer geradlinigen Nut in einem Bleiklotz angehäuft sind. Das ausgesandte 15 Strahlenbündel wird durch einen engen Spalt begrenzt, welche durch zwei horizontale Metalplatten gebildet wird, die als Schirm dienen. Oberhalb des Spaltes bringt man eine photographische Platte, horizontal oder geneigt, an, welche die durch die Strahlungsquelle und den Spalt 20 definierte Ebene normal schneidet. Man erzeugt nun ein intensives Magnetfeld, welches man nach Verlauf der halben Expositionszeit umkehrt, und man erhält so auf der parallelen photographischen Platte zwei geradlinige und parallele Bilder des Bündels, welche aber nicht dispergiert 25 sind, und auf der geneigten Platte zwei gleichfalls sehr feine und nicht dispergierte divergierende Bilder. Beide Anordnungen gestatten, für eine und dieselbe zum Feld senkrechte Ebene die Lage derjenigen Punkte zu bestimmen, welche der Strahlungsquelle, dem Spalt und einem bestimmten 30 Punkte der Bahn entsprechen. Diese drei Punkte, von denen zwei fest sind, bestimmen eine Kurve, deren Radius R für ein und dasselbe Magnetfeld H theoretisch konstant sein müsste, so dass das Produkt RH gleich wäre dem Produkt aus der Fortpflanzungsgeschwindigkeit v und dem 35 Verhältnis $\frac{e}{m}$ der Masse zur mitgeführten positiven Ladung.

Nun zeigt aber der Versuch, dass für die von einem Radiumsalz ausgesandten α -Strahlen und für ein und dasselbe magnetische Feld die Kurven derart sind, dass sie definiert werden durch Radien, welche mehr und mehr 40 wachsen, je weiter sich der betrachtete Punkt der Bahn von der Strahlungsquelle entfernt.

* * *

Die einfachste Hypothese zur Erklärung der Zunahme des Krümmungsradius würde die Annahme sein, dass das Verhältnis $\frac{e}{m}$ wächst, und dass dieser Zuwachs wahrscheinlich 45 auf die Masse m zurückzuführen ist, welche auf ihrem Wege materielle Teilchen aufnehmen konnte.

Diese Hypothesen und die Tatsache der Zunahme des

Produktes $\frac{7}{2}v$ selbst sind von verschiedenen Autoren nicht
50 anerkannt worden, und ihre Auslegungen haben mich zu
den Versuchen geführt, über welche weiter unten berichtet
werden soll.

In einer sehr interessanten Arbeit über die α -Strahlen des
Radiums (*Jahrbuch d. Rad. u. Elektr.* 2, 4—18, 1905) haben
55 die Herren Bragg und Kleemann gezeigt, dass das Gesetz,
welches die Ionisierung der Luft als Funktion der Ent-
fernung von der Strahlenquelle darstellt, mehrere plötzliche
Änderungen aufweist, deren erste bei etwa 3 cm Entfernung
vom Radium auftritt. Sie haben dann den Gedanken aus-
60 gesprochen, dass die Absorption die α -Strahlen verzögere.
In der Strahlungsquelle selbst sollten die verschieden tiefen
Schichten verschieden stark verzögerte Strahlen durch die
übergelagerten Schichten entsenden, und ihre Wirksamkeit
würde in verschiedenen Abständen von der Strahlungsquelle
65 ein Ende finden. Nach der Ansicht der genannten Autoren
würde ein Bündel aus Strahlen, welche eine verschiedene
Durchdringungsfähigkeit besitzen, und deren Bahnen um
so weniger gekrümmt wären, je weiter sie vorwärts dringen,
für den Ort des Punktes der totalen Absorption, der allein
70 als wirksam angenommen ist, eine Bahn ergeben, deren
Krümmungsradius zunehmen würde, und welche auf der
abgelenkten einen scharfen und auf der nicht abgelenkten
einen verwaschenen Rand haben würde.

Die Bilder, welche ich erhalten habe, bieten diesen
75 Anblick nicht.

Kürzlich (*Phil. Mag.* X., 163, 1905) hat Rutherford diese
Hypothesen angenommen und durch ein gewichtiges Ex-
periment gestützt. Er hat die genau von mir angewandte
und weiter oben beschriebene Versuchsanordnung wieder-
80 holt, indessen im Vakuum gearbeitet und als aktive Quelle
nicht mehr ein Radiumsalz benutzt, sondern ein durch
Radiumemanation aktivierten Draht. Herr Rutherford hat
nun beobachtet, dass wenn er diesen Draht mit einer wach-
senden Anzahl von Aluminiumfolien bedeckte, er auf den
85 zum Spalt parallel angeordneten photographischen Platten
parallele Bilder erhielt, welche für ein und dasselbe
Magnetfeld mehr und mehr von einander entfernt waren.
Das führte zu dem Schluss, dass die untersuchten Strahlen
bei ihrem Durchgang durch wachsende Schichtdicken von
90 Aluminium mehr und mehr ablenkbar werden und dass

diese Vergrößerung der Ablenkbarkeit die Wirkung einer Geschwindigkeitsabnahme sei.

Herr Rutherford hat dann den Gedankengang der Herren Bragg und Kleemann angenommen und die Annahme hinzugefügt, dass die von mir beobachtete Vergrößerung des Krümmungsradius längs der Bahn der α -Strahlen zu erklären sei durch die Gegenwart von Strahlen verschiedener Geschwindigkeit. 95

Dieses gleichzeitige Vorhandensein von Strahlen verschiedener Geschwindigkeit würde das Vorhandensein einer magnetischen Dispersion in sich schliessen. Eine solche besteht indessen auf den von mir erhaltenen Bildern nicht. 100

Ich habe daher beschlossen, mit meinen alten Apparaten ein Experiment zu wiederholen, welches gestattet, auf einer und derselben parallel zum Spalt angeordneten photographischen Platte ein magnetisch abgelenktes α -Strahlenbündel zu erhalten, dessen eine Hälfte keinerlei Schirm durchdringt, und dessen andere Hälfte verschieden starke Aluminiumschirme durchdringen kann. Ein vertikaler aus Glimmerplatten gebildeter Schirm erstreckt sich von der Strahlungsquelle zum Spalt und vom Spalt bis zur Platte und verhindert eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Hälften des Strahlenbündels. Die bei den verschiedenen Versuchen durchstrahlten Schichtdicken des Aluminiums variierten von einem geschlagenen Aluminiumblättchen bis zu einer Schichtdicke von 0,034 mm, welche letztere derjenigen der von Herrn Rutherford benutzten Schirme durchaus vergleichbar ist. Die Aluminiumschirme wurden teils auf der Strahlungsquelle, teils auf dem Spalt, teils in einigen Millimetern Entfernung von der photographischen Platte angebracht. In allen Fällen lagen die beiden parallelen Bilder der beiden Hälften des abgelenkten Strahlenbündels gegenseitig in ihrer Verlängerung und zeigten nicht die Verschiebung, welche man nach der Veröffentlichung des Herrn Rutherford hätte erwarten müssen. 105 110 115 120 125

Daraus muss man also schliessen, dass die von Herrn Rutherford beobachtete Eigenschaft den besonderen Strahlen zukommt, welche der von ihm benutzte aktivierte Draht aussandte, dass hingegen beim Radium, und besonders bei dem in meinen Versuchen zur Verwendung gelangten Radiumsalz, die von Herrn Rutherford angegebene Verzögerung nicht eintritt. 130

135 Dieser neue Versuch bestätigt die Schlüsse, welche ich
aus meinen ersten Beobachtungen gezogen hatte und führt
dazu, die Erklärungsweise der Herren Bragg und Kleemann
und Rutherford abzulehnen. Ich will noch hinzufügen,
dass die oben angegebenen Zahlen sich auf Abstände von
der Strahlungsquelle beziehen, welche kleiner sind als der
140 der ersten von Herrn Bragg beobachteten Veränderung
entsprechende.

HENRI BECQUEREL.

Paris.

(Aus dem Französischen übersetzt von Max Iklé.)

(Phys. Zeitschr., 6 Jahrgang, No. xx, S. 666 ff.)

17. CHEMISCHES GLEICHGEWICHT.

Man nennt einen Zustand, bei welchem zwei entgegen-
gesetzte Vorgänge sich gegenseitig begrenzen, ein *chemisches*
Gleichgewicht. Während man früher der Meinung war, dass
ein solches nur in Ausnahmefällen auftritt, hat man gegen-
15 wärtig Grund zu der Annahme, dass *alle* chemischen Vor-
gänge zu einem Gleichgewichte führen. Nur sind die dem
Gleichgewicht entsprechenden Konzentrationen einiger der
beteiligten Stoffe bei sehr vielen chemischen Gleichgewichten
so klein, dass sie sich den gebräuchlichen Mitteln des Nach-
10 weises entziehen. Alsdann wird der Eindruck hervor-
gerufen, als fände der Vorgang nur in einem Sinne statt.

In dem Satze, dass das chemische Gleichgewicht bei
gegebener Temperatur durch die *Konzentration* der beteiligten
Stoffe bestimmt ist, steckt eine lange, geschichtliche Ent-
15 wicklung. Denn wenn auch die Tatsache, dass die Mengen-
verhältnisse der beteiligten Stoffe einen wichtigen Einfluss
auf das chemische Gleichgewicht ausüben, bereits seit mehr
als hundert Jahren bekannt war, so hat es doch sehr lange
gedauert, bis man die richtige Form für das hier vorhandene
20 Gesetz gefunden hat. Aus dem üblichen Namen *Massen-*
wirkung könnte man schliessen, dass die Masse oder Menge
der beteiligten Stoffe entscheidend wäre; dies ist jedoch
nicht der Fall.

Wir denken uns zwischen den eben betrachteten Stoffen
25 Eisen, Eisenoxyd, Wasserstoff und Wasserdampf unter
bestimmten Umständen das Gleichgewicht hergestellt.
Schieben wir nun in das Gefäss, in welchem sich die

genannten Stoffe befinden, eine Scheidewand ein, so dass ein Teil der gemischten Gase von der Berührung mit den festen Stoffen abgeschlossen wird, so kann dadurch keine Veränderung des Gleichgewichts entstehen. Denn die Gasmengen befanden sich untereinander und mit den festen Stoffen im Gleichgewicht und das Gleichgewicht in einem gleichtheilig erfüllten Raume findet *an jeder Stelle* statt. Durch die gedachte Abtrennung wird aber die *absolute* Menge der Gase, die mit den festen Stoffen im Gleichgewicht sind, geändert; die absoluten Mengen können also nicht massgebend für das Gleichgewicht sein.

Durch die Abtrennung sind nun die vorhandenen Gase in *gleichem Verhältnis* abgetrennt worden, da sie in dem ganzen Raume gleichförmig verteilt waren; andernfalls hätte ja kein Gleichgewicht stattgefunden. Es ist also für das Gleichgewicht die *relative Menge* oder das Mengenverhältnis der Gase massgebend.

Den einfachsten und angemessensten Ausdruck für das Mengenverhältnis erlangt man, wenn man es nicht durch die zufälligen absoluten Mengen, sondern durch die in der *Raumeinheit* vorhandenen Mengen oder die *Konzentrationen* der vorhandenen Gase oder Dämpfe darstellt. Dies ist der Ausdruck, den wir von vornherein gewählt haben; man sieht an diesem Beispiele wieder, von welcher Wichtigkeit die angemessene Wahl der Grössen ist, durch welche wir die Naturgesetze ausdrücken. In der Tat hat sich die Entwicklung der Lehre vom chemischen Gleichgewicht davon abhängig gezeigt, dass man nach verschiedenen missglückten Versuchen, den passenden Ausdruck zu finden, als massgebende Grösse die Konzentration (früher *wirksame Menge* genannt) eingeführt hat.

W. OSTWALD: *Grundlinien der Anorganischen Chemie.*

Leipzig, W. Engelmann, 1904.

S. 105-106.

18. DER EINFLUSS DER IONISATION AUF DIE LEITUNGSFÄHIGKEIT DES KOHÄRERS.

Die *wesentliche* Wirkung des Kohärers besteht darin, dass Strahlen elektrischer Kraft auf loses Metallpulver treffen und dasselbe dadurch für den elektrischen Strom dauernd

leitend machen, sofern kein anderer Einfluss diese Leitungsfähigkeit aufhebt. Ganz dasselbe Resultat wird durch einen Kurzschluss erreicht, den man um das Pulver herumführt, wie schon Hr. Sundorph Metallpulver auf Glas leitend macht, und die Herren H. Muraoka und T. Tamaru haben diese Erscheinung einem weiteren Studium unterworfen und gezeigt, dass sie durch die Selbstinduktion des Galvanometers bedingt wird, sowie dass die Reduktion des Pulverwiderstandes durch Induktion um so grösser ist, je grösser der induzierende Strom und je kleiner das Volumen des Pulvers ist.

- 15 Nun wird von den einzelnen Forschern eine positive und negative Wirkung unterschieden, aber ganz allgemein festgestellt, dass eine bestimmte Potentialdifferenz, die sogenannte kritische, überhaupt nötig ist, um diese Erscheinung hervorzubringen; unterhalb derselben tritt die Wirkung
20 nicht auf.

Zur Erklärung dieses eigentümlichen Vorganges ist beobachtet, dass zwischen den einzelnen Metallstücken kleine Funken auftreten, welche die einzelnen Stücke aneinander schweissen, so dass eine ununterbrochene Brücke
25 entsteht, die durch leichtes Erschüttern oder durch Wärmeinflüsse wieder vernichtet wird, wodurch die Leitungsfähigkeit verschwindet. Neben dieser, wie man sie wohl nennen möchte, mechanischen Erklärung findet sich eine andere, die man in Gegensatz zu ihr als elektrische bezeichnen kann. Nach ihr soll die Kohärerwirkung dadurch
30 entstehen, dass elektrische Wellen Ionisation und damit eine höhere Leitungsfähigkeit des Dielektrikums hervorrufen.

- Dass nun bei einem starken Eröffnungsfunken die losen
35 Teile des Pulvers durch kleine Funken zusammengeschweisst werden, ist wohl zweifellos, ob aber auch bei schwachen, bei welchen trotzdem die Leitungsfähigkeit eintritt, und ob dies die einzige Möglichkeit ist, die Leitungsfähigkeit herbeizuführen, ist eine noch offene Frage. Soll
40 aber eine allgemein befriedigende Erklärung der so komplizierten Erscheinung des Kohärrers, die eher komplizierter als einfacher wird, gegeben werden, so ist, meine ich, auch nötig, eine Untersuchung darüber in Betracht zu ziehen; ob unterhalb der kritischen Potentialdifferenz durch andere
45 Mittel der Widerstand des Kohärrers verringert werden

kann, ob z.B. durch erhöhte Ionisation, ohne die Potentialdifferenz zu erhöhen, eine Leitungsfähigkeit desselben hervorgerufen werden kann; darüber soll in vorliegender Arbeit gehandelt werden.

* * *

So bin ich zu folgenden Ergebnissen gekommen: 50

(i.) Unter dem Einfluss eines Radiumpräparates sinkt der Widerstand des Kohärrers auch unter der kritischen Potentialdifferenz zu einer messbaren Grösse.

(ii.) Elektrische Schwingungen können bei erhöhter Ionisation in Spulen von wesentlich geringerer Stärke als sonst 55 nachgewiesen werden.

(iii.) Die Leitungsfähigkeit eines Kohärrers, die durch Kurzschluss herbeigeführt ist, wird unter Radiumbestrahlung bedeutend erhöht.

Als wichtigste Folgerung ergibt sich hieraus das 60

RESULTAT:

Die Leitungsfähigkeit des Kohärrers ist eine Funktion zweier Variabeln, der elektrischen Schwingungen und der Ionisation.

Unentschieden bleibt hierbei, ob die durch Radiumstrahlung eingetretene Wirkung bei dem Kohärer von 65 Dauer ist oder nur so lange anhält, als die Bestrahlung stattfindet. Im letzten Falle würde sie als *unwesentliche* oder *sekundäre* Wirkung des Kohärrers bezeichnet werden können.

RICHARD THÖLDTE.

Dessau.

(*Ann. d. Phys.*, Bd. xvii, 1905, S. 694 f., 703 f.)

19. EINE ALLGEMEINE EIGENSCHAFT DER VERDÜNNTEN MATERIE.

Bei der Untersuchung der Eigenschaften der verdünnten Materie zwecks Erforschung der das chemische Gleichgewicht beherrschenden Gesetze bin ich von der fast absoluten Identität überrascht worden, welche die Lösungen und die Gase in genügend verdünntem Zustande in ihren 5

physikalischen Eigenschaften zeigen. In einer vorangehenden Arbeit,¹ welche dem chemischen Gleichgewichte gewidmet war, bin ich nur so weit auf diese Aehnlichkeit eingegangen, als sie zu dem Hauptzwecke dienen sollte, indem ich für die verdünnten Lösungen Gesetze aufstellte, welche denen von *Boyle* und *Gay-Lussac* für die Gase analog sind. Diese Abhandlung soll dazu bestimmt sein, einen gemeinsamen Zug hervorzuheben, welcher, obwohl ohne Werth beim Studium des chemischen Gleichgewichtes, mir dennoch eine bemerkenswerthe und ziemlich sonderbare allgemeine Eigenschaft der verdünnten Materie zu sein scheint, um so mehr, als seine Gewinnung eine Voraussagung gestattet hat, welche durch das Experiment bestätigt worden ist.

Um anzugeben, worin diese allgemeine Eigenschaft besteht, ist es, bevor wir sie in ihren Einzelheiten verfolgen, nothwendig, den besonderen Gesichtspunkt kennen zu lernen, welcher eine unerwartete Aehnlichkeit in den physikalischen Eigenschaften der gelösten und der gasförmigen verdünnten Materie hervortreten lässt.

Vergleicht man die Materie an sich im gasförmigen Zustande mit derjenigen im gelösten Zustande, so ist von vornherein ausser in der Homogenität keine Aehnlichkeit vorhanden. Das ist aber sofort ganz anders, wenn man die gelöste Materie in einem Gefässe mit halb durchlässigen Wänden,² welches in das Lösungsmittel eingetaucht ist, betrachtet. Alsdann beginnen die Lösungen einen Druck auf die Wand auszuüben, indem sie so die charakteristische Eigenschaft des gasförmigen Zustandes erlangen. Die osmotische Kraft nämlich, welche das Lösungsmittel in das Gefäss eintreten lässt, bringt, wenn dieses mit der Lösung angefüllt und verschlossen ist, auf die innere Wand den sogenannten osmotischen Druck hervor.

Nun findet sich unter den beschriebenen Umständen die Aehnlichkeit der Lösungen mit den Gasen bis in die Einzelheiten wieder, wenn man die beiden in einem Zustande

¹ Die Gesetze des chem. Gleichgewichtes im verdünnten, gasförmigen oder gelösten Zustande.

² Eine Wand, welche das Lösungsmittel durchgehen lässt, welche sich aber dem Durchgange des gelösten Stoffes widersetzt. Cf. für die Einzelheiten die oben erwähnte Arbeit.

genügend grosser Verdünnung vergleicht, so dass man die gegenseitigen Wirkungen und das Volumen der gasförmigen oder der gelösten Theilchen vernachlässigen kann, in einem Verdünnungszustande also, den man als idealen gasförmigen 45 oder gelösten Zustand bezeichnen kann. Alsdann ist auch der osmotische Druck den beiden fundamentalen Gesetzen unterworfen, welche den Druck im gasförmigen Zustande beherrschen, nämlich:

1) Gesetz von *Boyle* für die Lösungen: 50

Der osmotische Druck ist proportional der Concentration, wenn die Temperatur constant bleibt.

2) Gesetz von *Gay-Lussac* für die Lösungen:

Der osmotische Druck ist proportional der absoluten Temperatur, wenn die Concentration constant bleibt. 55

Dies sind die Analogien, welche in der angeführten Arbeit im Einzelnen bewiesen und bestätigt worden sind; sie haben Bezug auf die Aenderung des Druckes mit den Umständen. Ich will jetzt noch einen dritten Satz hinzufügen, welcher auf die absolute Grösse dieses Druckes Bezug hat und in Wahr- 60 heit nichts anderes ist als eine Ausdehnung des Gesetzes von *Avogadro*:

3) Gesetz von *Avogadro* für die Lösungen:

Der Druck, welcher von den Gasen bei einer bestimmten Temperatur ausgeübt wird, wenn die gleiche Anzahl von 65 Molekülen ein gegebenes Volumen einnimmt, ist gleich dem osmotischen Drucke, welchen die grosse Mehrzahl der Stoffe unter denselben Umständen ausübt, wenn sie in beliebigen Flüssigkeiten aufgelöst sind.

Dieser Druck ist gleich nahezu 22,4 Atmosphären, wenn 70 bei 0° Celsius die molekulare Menge in Grammen sich im Liter befindet.

Es sei angegeben, dass man im Vorstehenden unter dem Ausdrucke „die grosse Mehrzahl der Stoffe“ zunächst alle gelösten Gase versteht, welche beim Auflösen dem Gesetze 75 von *Henry* folgen, und so dann alle die Stoffe, welche in ihrer Lösung die von Herrn *Raoult* sogenannte normale molekulare Gefrierpunktserniedrigung zeigen.

J. H. van't HOFF: *Die Gesetze des chemischen Gleichgewichtes*, S. 62-64.

Leipzig, W. Engelmann, 1900.

(Ostwald's *Klassiker der exakten Wissenschaften*, No. 110.)

20. ÜBER DIE DIFFUSION NASZIERENDEN WASSERSTOFFS DURCH EISEN.

In zwei früheren Arbeiten habe ich Untersuchungen über die Diffusion von Wasserstoff durch glühendes Palladium und durch glühendes Platin mitgeteilt. Aus den Ergebnissen, welche die Grösse der Diffusion in ihrer Abhängig-
5 keit von dem treibenden Druck darstellten, wurde hergeleitet, dass höchstwahrscheinlich nicht molekularer, sondern atomistischer Wasserstoff durch die beiden Metallen hindurchtritt. Es zeigte sich nämlich, dass die durch das glühende Metall diffundierende Menge Wasserstoff—die Diffusion fand aus
10 einem mit Wasserstoff gefüllten Rohr in die freie Atmosphäre statt—nicht proportional dem Druck des Wasserstoffs im Innern des Rohres ist, sondern dass mit abnehmendem Druck im Innern des Rohres die Gasmenge grösser wird als sie nach dem Gesetz der Proportionalität des Druckes sein
15 sollte. Es liess sich aber die diffundierte Gasmenge in ihrer Abhängigkeit vom Gasdruck darstellen unter der Voraussetzung, dass eine Dissoziation des Wasserstoffs eintritt und dass die diffundierte Gasmenge proportional dem Druck der dissoziierten Moleküle ist. Hiernach lag der Gedanke
20 nahe, von vornherein atomistischen Wasserstoff zu verwenden und die Diffusion in ihrer Abhängigkeit vom Druck zu studieren.

Als Metall wurde Eisen verwendet, da von diesem Metall bekannt ist, dass es grössere Mengen naszierenden
25 Wasserstoffs als manche andere Metalle bei gewöhnlicher Temperatur hindurchlässt. Die Untersuchung des Eisens hatte ein besonderes Interesse dadurch, dass M. Bellati und S. Lussana gleichfalls Diffusionsversuche des naszierenden Wasserstoffs mit einem Eisencylinder durchgeführt
30 und dabei das merkwürdige Resultat gefunden haben, dass eine Diffusion des Wasserstoffs auch dann noch von aussen nach innen eintrat, wenn im Innern des Cylinders ein Druck des Wasserstoffs von 20 Atm. vorhanden war, während die Lösung, die den Eisencylinder von aussen umgab, unter
35 dem Drucke von nur 1 Atm. stand. Eine genauere Untersuchung der Diffusion in ihrer Abhängigkeit vom Druck ist von Bellati und Lussana nicht durchgeführt; dagegen suchten sie zu ermitteln, in welcher Weise die Diffusion

von der Stromstärke und von der Temperatur abhängt;
ich werde später hierauf zurückkommen. 40

Die folgende Darstellung umfasst:

1. Apparat.
2. Vorversuche.
3. Abhängigkeit der Diffusion vom Druck im Innern des Rohres.
4. Abhängigkeit der Diffusion vom Druck ausserhalb des Rohres. 45
5. Zusammenfassung und Folgerung; Untersuchung des diffundierten Gases.
6. Abhängigkeit der Diffusion von der Temperatur. 50
7. Abhängigkeit der Diffusion von der Stromstärke und der wirksamen Potentialdifferenz.
8. Resultate.

* * *

8. RESULTATE.

Ein unten geschlossenes, oben mit einem Glasrohr verbundenes Eisenrohr, das in einer einprozentigen wässrigen Lösung von Natronlauge stand, diente als Kathode bei einer Stromzuführung, die durch Platin stattfand. Der an der äusseren Oberfläche des Eisenrohres entwickelte Wasserstoff diffundierte in das Innere des Rohres. Es dauerte lange, bis sich ein stationärer Zustand hergestellt hatte; war dieser erreicht, so diffundierte pro Zeiteinheit eine konstante Wasserstoffmenge von aussen nach innen. 55 60

1. Diese Menge war unabhängig von dem Druck, der im Innern des Rohres herrschte, soweit eine solche Druckänderung (von 0 bis 89 cm Quecksilber) herbeigeführt wurde. Ferner änderte sich die diffundierte Menge nicht, wenn der äussere Druck, der auf der Lösung und damit auf dem Eisenrohr lastete, von einer auf eine halbe Atmosphäre vermindert wurde. Es geht aus diesen Beobachtungen hervor, dass der wirksame Druck, der den Wasserstoff durch das Rohr von aussen nach innen treibt, ganz anderer Art ist, als man zunächst voraussetzen möchte; es lässt sich aus den Versuchen, mit Rücksicht auf die Genauigkeit derselben, eine untere Grenze für den treibenden Druck ableiten; diese Grenze ergibt sich gleich 58 Atm. 65 70 75

2. Die Diffusion wächst mit zunehmender Temperatur bei konstanter Stromstärke ganz bedeutend; setzt man die

- Diffusion proportional einer Potenz der absoluten Temperatur, so ist diese Potenz wenigstens gleich 5.
- 80 3. Die Diffusion wächst bei konstanter Temperatur mit zunehmender Stromstärke, aber nicht dieser proportional, sondern langsamer.
4. Die unter 1 und 3 angegebenen Tatsachen lassen sich verstehen durch eine von Nernst angegebene Betrachtung,
- 85 nach welcher der Druck, mit dem bei der elektrolytischen Zersetzung die abgeschiedenen Ionen gasförmig auftreten, sehr gross werden kann und nur von der Potentialdifferenz abhängt, durch welche man elektrolysiert. Wenn man bei den unter 1 erwähnten Versuchen einen grossen elek-
- 90 trolytisch hervorgerufenen Druck voraussetzt, der das Gas durch das Rohr treibt, so ist es verständlich, dass eine Druckänderung von einer halben Atmosphäre an der äusseren Wandung, oder von etwa 1,2 Atm. im Innern des Rohres, keinen erkennbaren Einfluss ausübt. Ferner
- 95 ist auch der von Bellati und Lussana angegebene Versuch, nach welchem eine Diffusion von aussen nach innen stattfindet, obschon im Innern ein Gegendruck von 20 Atm. vorhanden ist, nicht mehr auffallend.
5. Bei konstanter Temperatur und bei sonst gleichen
- 100 Bedingungen (gleiche Lösung und gleiche Elektroden) wurde die diffundierte Menge der wirksamen Potentialdifferenz annähernd proportional gefunden.

A. WINKELMANN.

Jena.

(*Ann. d. Phys.*, Bd. xvii, 1905, S. 589 f., 625 f.)

21. URANSTRAHLEN UND RADIOAKTIVE STOFFE.

Am Uran ist zuerst eine Eigenschaft beobachtet worden, die inzwischen in verschiedener Stärke an anderen Elementen und ihren Verbindungen wiedergefunden worden ist, und die in folgendem besteht. Legt man irgendwelche Uran-

5 verbindungen auf eine mit schwarzem Papier bedeckte photographische Platte, so erfährt diese eine Änderung, als wenn Licht auf sie eingewirkt hätte, d.h. sie lässt sich entwickeln. Diese Beeinflussung findet auch durch dünne Platten von Glimmer und Glas statt, wird aber durch

stärkere Platten proportional ihrer Dichte und Dicke ver- 10
mindert.

Eine weitere Wirkung, die von diesen Stoffen ausgeht, ist die, dass sie die Luft und andere Gase *leitend* machen, so dass ein elektrischer Strom durchgeleitet werden kann. Diese Eigenschaft dient am besten zur Messung der frag- 15
lichen Wirkung.

Endlich werden gewisse phosphoreszierende Stoffe, namentlich Baryumplatincyankür, durch diese Wirkung zum Leuchten gebracht, doch ist dies erst bei ziemlich hohen 20
Graden der Wirksamkeit sichtbar.

Es hat sich herausgestellt, dass diese Vorgänge daher rühren, dass gewisse stoffliche Veränderungen in den betreffenden Stoffen vor sich gehen, bei denen grosse Mengen Energie entwickelt werden. Diese Energie nimmt zunächst die Gestalt von „Strahlungen“ an, d.h. sie pflanzt sich mit 25
sehr grosser Geschwindigkeit wesentlich geradlinig durch den Raum fort. Durch vorhandene Körper wird sie in ihrem Fortschreiten nur insofern beeinflusst, als ein bestimmter Anteil absorbiert und schliesslich in Wärme verwandelt wird. Diese Umwandlung ist in erster Linie 30
proportional der Masse (Dichte \times Dicke) der durchstrahlten Stoffe, unabhängig von deren chemischer Beschaffenheit. Im übrigen sind die Strahlungen aus verschiedenartigen Anteilen zusammengesetzt, die sich unter anderem durch ihre Absorptionsfähigkeit unterscheiden: während einige 35
bereits durch dünnes Papier zurückgehalten werden, können andere starke Stahlplatten durchdringen. Einigermassen sich ähnlich verhaltende Strahlungen kennt man als „Kathodenstrahlen“, die sich bei elektrischen Entladungen in sehr verdünnten Gasen von der Kathode entwickeln; auch von der 40
Anode gehen derartige Strahlen aus. Die chemischen Strahlungen der erwähnten Stoffe, die man radioaktive Stoffe nennt, lassen sich folgendermassen kennzeichnen:

Ein Teil, und zwar der grösste (gemessen an der betätigten Energiemenge) hat nur in sehr geringem Grade die 45
Fähigkeit, ponderabile Stoffe zu durchdringen und wird durch ein Magnetfeld in solchem Sinne von seinem geradlinigen Wege abgelenkt, wie ein positiver elektrischer Strom. Diese Strahlen werden mit α bezeichnet. Daneben bestehen 50
 β -Strahlen, welche durchdringender sind, im Sinne eines negativen Stromes von Magneten abgelenkt werden und

sich photographisch wirksam erweisen. Endlich sind noch γ -Strahlen vorhanden, welche sich wie die X-Strahlen von Röntgen verhalten, sehr durchdringend sind und im Magnetfelde keine Ablenkung erfahren. Die vorhandenen Untersuchungen beziehen sich vorwiegend auf die α -Strahlen, deren Stärke man mittelst der Leitfähigkeit messen kann, welche sie der Luft mitteilen.

Diese Eigenschaft, vermittelt ihrer α -Strahlen die Luft leitend zu machen, haben nun zunächst alle Uranverbindungen, und zwar annähernd proportional ihrem Urangehalt und ziemlich unabhängig von der Temperatur und anderen Umständen. Ebenso findet sie sich bei den Thorverbindungen. Die Fähigkeit kann zwar vorübergehend verändert werden, stellt sich aber nach einiger Zeit wieder in der früheren Stärke her und ist schliesslich ganz unabhängig davon, welche Schicksale das Präparat inzwischen erlitten hat.

In verschiedenen Mineralien, die Uran und Thor enthalten, fand sich die Strahlung bedeutend stärker, als in den reinen Präparaten dieser Elemente. Dies gab Veranlassung, nach anderen Stoffen mit entsprechend grösserer Strahlung zu suchen, und es sind mehrere Namen, wie Polonium, Aktinium, Radiotellur für solche stark strahlende Stoffe vorgeschlagen worden. Wenn es auch unzweifelhaft ist, dass in der Tat mehrere derartige Elemente existieren, so ist bisher doch nur eines in einigermaßen reinem Zustande abgeschieden und gekennzeichnet worden; dies ist das von dem Ehepaare Curie entdeckte Radium.

W. OSTWALD: *Grundlinien der Anorganischen Chemie (Nachtrag)*.
Leipzig, W. Engelmann, 1904²

22. EIN PLANIMETER ZUR BESTIMMUNG DER MITTLEREN ORDINATEN BELIEBIGER ABSCHNITTE VON REGISTRIERTEN KURVEN.

In Wissenschaft und Technik breitet sich der Gebrauch von Registrierapparaten mehr und mehr aus. Das ist durchaus begreiflich. Die selbsttätige Aufzeichnung bietet in einfachster Weise nicht nur die Möglichkeit, für jeden Augenblick den Wert des beobachteten Elements noch nachträglich festzustellen, sie gibt auch die beste zusammenfassende Darstellung des ganzen Verlaufs der Erscheinung

in einer unmittelbar anschaulichen Form. Damit ist ein weiterer Vorteil verknüpft. Das durch diese Darstellung etwa als Kurve oder in einer gleichwertigen Form gewonnene Beobachtungsmaterial bildet eine vollständige und besonders bequeme Grundlage für anschliessende Untersuchungen, Ableitung von Mittelwerten, Feststellung funktioneller Beziehung u. dgl. 10

Man denke etwa—es sei nur an eins der ältesten und am allgemeinsten bekannten Beispiele erinnert—an das Indikatordiagramm einer Dampfmaschine, das dem Kundigen nicht nur durch die Einzelheiten seiner Gestalt unmittelbar zahlreiche, wertvolle Aufschlüsse gibt, sondern ihn auch durch einfache Planimetrierung die während des Hubes geleistete Arbeit und damit eine fundamentale Angabe über die Maschinentätigkeit finden lässt. Oder man denke an die zahlreichen Diagramme, deren sich die Elektrotechnik bedient, und die sich nicht weniger durch die Mannigfaltigkeit der verfolgten Zwecke wie durch diejenige der zur Registrierung dienenden Hilfsmittel auszeichnen. 15 20 25

Soweit die Aufzeichnungen auf mechanischem Wege, sei es direkt, sei es unter Benutzung elektrischer Vorgänge, erfolgen, besteht die gelegentlich auch schon ausgenutzte Möglichkeit, derartige anschliessende Auswertungen, die meistens auf Integrationen hinauskommen, mit der Aufzeichnung selbst zu verbinden. Bei Registrierungen mit Hilfe des Lichtes, bei denen man bisher ausschliesslich den nächstliegenden Weg der photographischen Aufzeichnung benutzt hat, ist dies noch nicht geschehen. Doch würde es auch hier durch Verwendung von licht- oder wärmeempfindlichen Apparaten (Selenzellen, Thermosäulen, Bolometern) und mit Benutzung von Einrichtungen nach dem Prinzip des Sprungschens Wagebarographen möglich sein, zunächst eine Übersetzung in mechanische oder elektrische Vorgänge und damit die Auslösung genügender Energiemengen zur mechanischen Aufzeichnung und Auswertung zu gewinnen. 30 35 40

Leider muss gesagt werden, dass gerade die Wissenschaft, die doch den Gebrauch registrierender Apparate zuerst eingeführt und von der ihn erst später die Technik übernommen hat, weit weniger als diese zur Benutzung von Instrumenten bei der Auswertung ihrer Aufzeichnungen fortgeschritten ist. Sie verwendet kaum etwas anderes als das 45

50 einfache Planimeter und den harmonischen Analysator, und auch diese gar zu selten und in viel zu beschränkter Weise. Der Grund hiervon ist einerseits darin zu suchen, dass die Technik über unvergleichlich grössere äussere Mittel gebietet, einen als wertvoll erkannten Gedanken zu verwirklichen, als es der wissenschaftlichen Forschung jemals
55 beschieden sein kann; andererseits ist aber dafür ohne Zweifel auch der Umstand verantwortlich zu machen, dass der ökonomische Gesichtspunkt, der in der Technik eine so wichtige, ja man darf beinahe sagen die ausschlaggebende Rolle spielt, in der Wissenschaft noch viel zu wenig Geltung gewonnen
60 hat. Die durchaus richtige, ideale Auffassung, dass für die wissenschaftliche Forschung an sich nichts zu klein und unbedeutend ist, verführt, falsch verstanden, überall da, wo nicht Anforderungen des praktischen Lebens einen heilsamen
65 Zwang ausüben, leicht zu einer Vergeudung wissenschaftlicher Arbeitskraft durch ihre Verschwendung an zeitraubende, endlos wiederholte, rein mechanische Arbeiten, die ohne Schaden für die Sache von weniger Vorgebildeten geleistet oder durch mechanische Hilfsmittel wesentlich
70 vermindert werden könnten. Freilich wird selbst bei der höchsten wissenschaftlichen Forschung fast immer der grösste Teil der Zeit auf die Ausführung von an sich unbedeutenden, einfachen Tätigkeiten entfallen, die kein anderer als der das Ganze beherrschende Gelehrte zweckmässig erledigen und für das Ganze nutzbar machen kann;
75 ja gerade die Verwendung instrumenteller Hilfsmittel wird vielfach neue Arbeiten dieser Art schaffen. Aber der wissenschaftliche Arbeiter wird mit ihrer Unterstützung, und wenn ihm nichts, was andere erledigen können, aufgebürdet wird, wesentlich mehr leisten können, als er
80 andernfalls vermag.

*

*

*

Von diesen Erwägungen geleitet, ist das Potsdamer Magnetische Observatorium bestrebt, nach und nach eine Anzahl von Apparaten zur Verarbeitung seiner laufenden Aufzeichnungen zu schaffen, die an dieser Stelle beschrieben werden
85 sollen, da sie auch für andere Institute gleicher oder ähnlicher Art von Nutzen sein können. Bis jetzt sind zwei von diesen Apparaten praktisch ausgeführt und erprobt worden: ein Planimeter zur Bestimmung der Mittelwerte der Ordinaten beliebiger Abschnitte von registrierten Kurven und ein
90

Pantograph zum Umzeichnung solcher Kurven unter unabhängiger Änderung des Massstabs in der Abszissen- und Ordinatenrichtung, kurz gesagt also zu ihrer affinen Transformation. Eine Beschreibung des Pantographen, dessen erstes Exemplar an das Bureau der Deutschen Südpolar-Expedition geliefert worden ist, soll später gegeben werden, sobald das jetzt im Bau befindliche, für das Observatorium selbst bestimmte Exemplar einige Zeit in regelmässiger Tätigkeit gewesen sein wird. 95

ADOLF SCHMIDT.

Potsdam.

(*Zeitschrift für Instrumentenkunde*, xxv Jahrgang,
Sept., 1905, S. 261 ff.)

23. RADIUM UND HELIUM.

Radium ist ein Element der Erdalkaligruppe. In seinen Eigenschaften steht es dem Baryum so nahe, dass es von diesem nur durch annähernde Methoden (gebrochene Krystallisation der Bromide) getrennt werden kann. Verschieden ist es von dem Baryum erstens durch seine ungeheuer starke Strahlung, andererseits durch sein Spektrum. Der Flamme des Bunsenbrenners erteilt es eine rote Färbung, während Baryum grün färbt. Im metallischen Zustande ist es noch nicht bekannt, da es in den genannten Mineralien nur in äusserst geringen Mengen vorkommt. Sein Verbindungsgewicht ist $R = 225$. 5 10

Die merkwürdigste Eigenschaft des Radiums ist die Tatsache, dass es in allen seinen Verbindungen dauernd Energie entwickelt, die zwar zunächst in Gestalt der beschriebenen Strahlungen auftritt, schliesslich aber, wenn diese durch dicke Umhüllungen von Metall aufgefangen werden, sich in Wärme verwandelt. Ein Gramm Radium entwickelt in der Stunde rund 100 cal oder 418 Joule, also in der Sekunde etwas über eine Million Erg. Da eine äussere Quelle dieser Energie sich nicht nachweisen liess, so schien das Gesetz von der Erhaltung der Energie verletzt, bis Ramsay und Soddy entdeckten, dass proportional dieser Energieentwicklung eine Bildung von *Helium* aus dem 15 20

Radiumpräparat stattfindet. Man darf daher annehmen,
25 dass es sich hier um eine wirkliche Transmutation, wie sie
von den Alchemisten vergeblich versucht worden ist, d.h.
um die Umwandlung eines Elements in ein anderes handelt.
Es bedingt keinen Widerspruch, dass diese bisher unbekannte
30 Reaktion mit einer ungewöhnlich grossen Energieentwick-
lung verbunden ist; diese beträgt einige Millionen mal
mehr, als eine dem entstehenden Helium äquivalente Menge
Knallgas bei der Umwandlung in Wasser entwickelt. Eine
Verminderung des Gewichtes des Radiums hat man bisher
35 noch nicht beobachten können; aus wahrscheinlichen An-
nahmen kann man berechnen, dass die „mittlere Lebensdauer“
d.h. der reziproke Wert des Bruchteils der Gesamtmenge,
die sich in einer Sekunde umwandelt, beim Radium rund
1500 Jahre beträgt, so dass eine messbare Gewichtsver-
40 minderung erst würde beobachtet werden können, wenn
man grössere Mengen Radium über mehrere Jahre unter-
suchte.

Das *Helium* ist nicht das unmittelbare Produkt bei der
freiwilligen Transmutation des Radiums, sondern es entstehen
inzwischen andere Stoffe von viel geringerer Beständigkeit.
45 Diese verhalten sich im allgemeinen wie elementare Gase,
und zwar solche vom Typus des Argons oder Heliums.
Man nennt sie Emanationen. Diese Emanation aus Radium
hat (nach Diffusionsversuchen geschätzt) etwa das Molarge-
wicht 160, lässt sich bei der Temperatur der flüssigen Luft
50 verdichten, hat ein eigenes Spektrum vom Charakter des
Heliumspektrums, aber nur eine mittlere Lebensdauer von
128 Stunden. Sie wandelt sich ähnlich dem Radium frei-
willig um und gibt dabei noch einige andere ähnliche Stufen
von noch geringerer Beständigkeit, so dass im ganzen etwa
55 fünf verschiedene Stufen zurückgelegt werden, die sich durch
ihre verschiedene Lebensdauer unterscheiden. Ähnlich ver-
halten sich Uran und Thor.

Diese Tatsachen legen die Annahme nahe, dass auch die
wohlbekannten Elemente Uran und Thor nur eine vorü-
60 bergehende Existenz haben, indem sie sich in einem Zustande
freiwilliger Umwandlung unter Energieentwicklung befinden.
Ihr letztes Umwandlungsprodukt scheint Helium zu sein,
denn dieses findet sich immer in den Mineralien, welche
jene beiden Elemente enthalten. Vergleicht man die Stärke
65 ihrer Strahlung mit der des Radiums und der Emanation,

so kommt man zu dem Schlusse, dass ihre mittlere Lebensdauer sehr gross sein muss, rund tausend Millionen Jahre.¹ Diese Zeit ist grösser, als sie von den Geologen für die Entwicklung der Erde angenommen wird.

W. OSTWALD: *Grundlinien der Anorganischen Chemie (Nachtrag)*.
Leipzig, W. Engelmann, 1904²

24. DIE MESSUNG KLEINER TEMPERATURDIFFERENZEN
MIT THERMOELEMENTEN UND EIN KOMPENSATIONS-
APPARAT MIT KONSTANTEM KLEINEN KOMPENSA-
TIONSWIDERSTAND BEI KONSTANT BLEIBENDEM
HILFSTROM.

Die Bedingungen, welche bei der Messung kleiner Temperaturdifferenzen durch Thermoelemente einzuhalten sind, um weder die zu messende Temperaturverteilung zu stören, noch fremde thermische und zufällige Störungen mitzumessen, sind für die verschiedensten Anwendungen erkannt und auch experimentell bestätigt worden. Die Anregung dazu, die günstigsten Versuchsbedingungen nach meinen hierbei früher gemachten Erfahrungen zu diskutieren, erhielt ich von technischer Seite zu dem speziellen Zweck, die Grundlagen für mit grösseren Mitteln auszuführende Messungen der Temperaturverteilung in der Umgebung stromdurchflossener Kabel nach Möglichkeit festzulegen. Es schien in diesem Fall die Verwendung einer Versuchsordnung unerlässlich, welche bei grösster Empfindlichkeit die in diesem Fall besonders grossen Störungen von selbst ausschliesst und trotzdem dieselbe Einfachheit des Messverfahrens erlaubt, wie sie bei der Messung relativ grösserer Spannungen an den bekannten Kompensationsapparaten erreicht ist.

Der Mitteilung dieser Anordnung, welche auch für andere als die genannte spezielle Anwendung von Vorteil sein

¹Man hört nicht selten die Bemerkung, dass wenn dieser Prozess seit Ewigkeit stattgefunden hätte, er bereits vollständig abgelaufen sein müsste. Hiergegen ist zu sagen, dass der Begriff der Ewigkeit keine exakte physikalische Bedeutung hat. In einer Zeitreihe, deren Grenzen man weder in einem noch im anderen Sinne kennt, kann sich die Gegenwart an jeder Stelle befinden.

dürfte, scheint es berechtigt, eine kurze Zusammenfassung der Grundsätze vorzuschicken, welche zu ihrer Konstruktion führten und bei ihrer Verwendung als massgebend betrachtet wurden. Es wird sich dabei auch Gelegenheit zur Erwähnung einiger praktischen Kunstgriffe geben, die bei der Messung von Thermoeffekten nützlich sein können.

Die Empfindlichkeit der Messung einer gegebenen elektromotorischen Kraft ist bekanntlich um so grösser, je kleiner der Widerstand ihres Schliessungskreises, sei es, dass der Ausschlag direkt gemessen oder kompensiert wird. In zweiter Linie ist der Galvanometerwiderstand möglichst gleich dem äusseren zu wählen, d.h. gleich dem Widerstand der Thermoelemente und der Zuleitungen, dazu eventuell noch dem Kompensationswiderstand.

Die Einhaltung dieser Bedingungen für die elektrische Messung ist besonders durch folgende praktische Erfordernisse der thermischen Bestimmung beschränkt, von deren richtiger gegenseitiger Abwägung der experimentelle Erfolg abhängt. Um an der Lötstelle die Temperatur, welche dem zu messenden Wärmezustand entspricht, tatsächlich zu erhalten, soll der Temperatenausgleich zwischen „Lötstelle“ und deren Umgebung genügend rasch gegenüber der Wärmeableitung durch die Drähte verlaufen. Man erreicht dies bei Temperaturmessung in Flüssigkeiten, sofern ein Überzug des blanken Metalls mit Asphaltlack, „Elektralack“ oder dergleichen zulässig ist, durch Einlöten oder -Nieten der Drähte in einen Metallklotz. Bei der von mir früher verwendeten Form ist zum gleichen Zweck Quecksilber in die unten kugelförmig aufgeblasenen Enden von Glasröhrchen eingefüllt worden, in welche die beiden Drähte an den blanken Enden provisorisch verlötet eingeführt sind.

Soll durch die Thermoelemente die relative Temperaturverteilung oder -Veränderung innerhalb eines festen Körpers gemessen werden, z.B. die Temperaturverteilung in der Umgebung eines stromdurchflossenen Kabels, so empfiehlt sich, um das Temperaturfeld nicht zu stören, Metallscheiben als „Lötstelle“ zu verwenden, welche möglichst in die zu erwartenden Niveauflächen gelegt werden. Bei Messungen an erwärmten Stäben vertreten letztere selbst die Rolle des Metallklotzes, wenn die Lötstelle der sehr dünnen Drähte fest an den Wärmeleiter angepresst ist. Die Verhinderung der Wärmeentziehung erfordert in allen diesen Fällen,

solange die in Laboratoriumversuchen üblichen Dimensionen nicht überschritten werden, eine Beschränkung des Drahtquerschnittes. Ansetzen dickerer Drähte ausserhalb des untersuchten Systems soll jedoch ebenfalls vermieden werden. Das Ausziehen dickerer Drähte innerhalb des untersuchten Systems, welches eine merkliche Änderung der Thermokraft mit sich bringen kann, oder das Ansetzen dünneren Drahtes sollte nur mit der Vorsicht geschehen, dass sich die Anschlussstellen untereinander auf gleicher Temperatur befinden. Wird zur Messung sehr kleiner Temperaturdifferenzen eine Batterie von Elementen benutzt, so hat deren Hintereinanderschaltung auf dem kürzesten Wege zu geschehen. Bei der Wahl der Drahtsorten wird die Kombination Konstantan-Eisen, obgleich sie mit 53 Mikrovolt pro Grad Temperaturdifferenz nächst Wismut-Antimon den grössten Effekt gibt, in ausgedehnteren Leitungen oft ungünstiger sein als Konstantan-Kupfer mit nur 40 Mikrovolt.

Ist nun mit diesen Rücksichten der Widerstand festgelegt worden, welcher ohne Schaden für die Zuverlässigkeit der thermischen Bestimmung nicht unterschritten werden darf, so wird die Verwendung eines Drehspulengalvanometers von nahe gleichem Widerstande noch davon abhängig sein, ob die Dämpfung dem aperiodischen Zustand nahe kommt. Für derartige Zwecke bestimmte Galvanometer sollen also höchstens einen Widerstand von ihrem eigenen Betrag erfordern, um den aperiodischen Grenzfall zu erreichen. Ist für ein verfügbares Instrument hierzu grösserer Ausserwiderstand nötig, als dem oben bezeichneten Widerstandsminimum entspricht, so kann dies je nach der erreichten Empfindlichkeit entweder der Reduktion der Leitungsquerschnitte oder der Vergrösserung der Thermosäule zu gute kommen. Je kleinerer Widerstand vom Galvanometer und Schliessungskreis kombiniert werden kann, desto kleinere Elementenzahl reicht natürlich zur Messung eines gegebenen Effektes aus.

Mit derart gesteigerter Empfindlichkeit steigt in gleichem Masse die Empfindlichkeit gegen äussere Störungen, denen auf folgende Weise entgegengewirkt werden kann. Die Leitungsdrähte zum Galvanometer werden aus einem einzigen Stück gezogen und wenn möglich unmittelbar an die äussersten Lötstellen der Thermosäule geführt. Das Galvanometer wird mit einem Wärmeisolator umgeben.

Als Umschalter dient ein aus Glas geblasener sogenannter Vierweghahn, der mit Quecksilber gefüllt ist. Die Zuleitungen finden durch Patentgummischläuche statt, deren Enden etwa mit runden Kupferstückchen abgeschlossen
110 werden, an denen sich die Leitungsdrähte anschliessen. Diese vier Verbindungsstellen sind wieder in einem gut isolierten Gefässe zusammenzuführen, um sie auf gleicher Temperatur zu halten.

Der Verwendung eines Kompensationsapparates, bei
115 welchem auf bekannte Weise durch Stöpsel oder Kurbeln ein variabler Kompensationswiderstand in einem Stromkreise von konstantem Gesamtwiderstand hergestellt wird, stehen die bekannten hierbei auftretenden thermischen und elektrolitischen Störungen entgegen. Diese Methode ist aber
120 bei Messung kleiner Effekte schon dadurch ausgeschlossen, dass mit der Kompensation, sofern sie fein genug ausführbar sein soll, eine mit Rücksicht auf die Empfindlichkeit unzulässige Erhöhung des Schliessungswiderstandes der Thermoelemente verbunden wäre. Um auf 1 Proz. regulieren
125 zu können, muss bei der Feussnerschen Anordnung 100, bei der Rapsschen 1000 Ohm zwischen den Potentialleitungen liegen. Davon abgesehen, wird der Dämpfungszustand gerade der im übrigen am besten geeigneten Spulengalvanometer unter solchen Versuchsbedingungen leicht ein zu
130 ungünstiger, um kleinere und grössere Effekte gleichzeitig bequem messen zu können.

Diese Gründe haben die physikalisch-technische Reichsanstalt wohl bestimmt, selbst bei der Messung von pyrometrischen Zwecken dienenden Thermoelementen einen
135 Satz kleiner Manganinwiderstände mit sorgfältig geschützten kupfernen Kontaktklötzen und -Klemmen als Kompensationswiderstände zu benützen, an denen die Abzweigungen zum Thermoelement fest angelegt werden. Die Variierung der Spannung geschieht dabei durch Auswahl des geeigneten
140 Kompensationswiderstandes für die gröberen Stufen des Messbereiches und durch Veränderung der Stromstärke im Hauptkreis für feinere Einregulierung. Die Stromstärken müssen so mit einem Milliamperemeter gemessen werden.

Bei Messung sehr kleiner Temperaturen verwendete ich
145 schon früher einen in einem geschützten Gefäss verschlossenen Manganindraht—diese Komposition hat bekanntlich nur eine verschwindend kleine Thermokraft gegen Kupfer—

und konnte hierbei die Spannung durch eine Widerstandskombination variieren, welche die Hauptstromstärke nahezu konstant hielt. Wurde auch so die Verwendung eines Zeigegalvanometers vermieden, so war doch das Abgleichverfahren und die Berechnung ziemlich mühsam und zeitraubend. 15

Durch die im folgenden beschriebene Widerstandskombination dürfte jedoch bei völliger Wahrung der diskutierten Forderungen für einwandfreie Messung kleiner Thermoeffekte das Messverfahren ebenso einfach gestaltet sein, wie dies bei den Kompensationsapparaten zur Messung nicht zu kleiner Spannungen der Fall ist. 15

H. HAUSRATH.

Karlsruhe.

(*Ann. d. Phys.*, Bd. xvii, 1905, S. 735-739.)

NOTES



NOTES.

For Alphabetical List of German Abbreviations occurring in the Text, see p. 75.

LINE

I. ANILINFARBSTOFF.

6. **Abkömmlinge**: derivatives.
6. **Triphenylmethan-, Rosanilin-, Phenol- und Phtalsäurefarbstoffe** = Triphenylmethanfarbstoffe, Rosanilinfarbstoffe, Phenolfarbstoffe und Phtalsäurefarbstoffe. If in two or more compound words joined by a conjunction the same component part occurs more than once, this part can be omitted in all but one of the compounds, the omission being indicated by a hyphen. See *Gram. Summary*, § 4 (4).
11. **leiten sich** . . . **ab**: are derived from. See *Gram.* § 144.
16. **geschieht**, literally *happens*; translate: *is carried on*.
16. **indem** . . . **einfließen lässt**: *by letting . . . flow in*. Note that a German causal clause beginning with **indem** is frequently best translated by a suitable preposition followed by a verb-noun.
19. **unter Umrühren**: *while stirring it*. See *Gram. Summary*, § 9.
25. **ist nicht zu verwechseln mit**: *is not to be mistaken for, must not be mistaken for*. Note that **sein** followed by an active infinitive must, as a rule, be translated by *to be* followed by a *passive infinitive*.
31. **was**: *which*. See *Gram.* § 78.
31. **indem**: this being a *temporal* (not a *causal*) clause, **indem** should be translated by *while*. Contrast ll. 16-18.
32. **deren Wiederverwertung recht lästig war**: *the further utilization of which was very troublesome*.
60. **eigens**: *specially*.
68. **findet sich**: *is found*. See note on I, II.
69. **in Europa vorkommenden**: *occurring in Europe*. Note that in German adjectival phrases of almost any length may be placed before the noun they qualify. In translating, place them after the noun they qualify. See *Gram. Summary* § 1.
79. **in den letzten** . . . **vervollkommnete**: *so remarkably perfected in recent years*. See preceding note.

2. DIE FRANZÖSISCHEN PRÜFUNGSBESTIMMUNGEN.

Prüfungsbestimmung: a compound of **Prüfung** (testing) and **Bestimmung** (regulation); translate: *regulation for testing*.

10. **deren**: gen. pl. of Demonstr. Pron. See *Gram.* § 72.
16. **deren jede**: *each of which*.
42. **Alterungsverfahren**: a compound of **Verfahren** (process) and **Alterung**, an abstract noun derived from the verb **altern** (to age); translate: *ageing (= maturing) process*.
43. **Stabthermometer**: *rod thermometers*.
44. **Einfachslussthermometer**: *thermometers with enclosed scale*.
50. **für** . . . **zugelassene**: an adjectival phrase qualifying **Fehler** (error). See note on I, 69.

LINE

3. DAS LEUCHTGAS.

2. Leuchtgasherstellung: a compound of Leuchtgas (coal-gas) and Herstellung (manufacture); translate: *manufacture of gas*.
3. deren mehrere: *several of which*. Cf. note on 2, 16.
6. Flüssigkeitsverschluss: a compound of Flüssigkeit (liquid) and Verschluss (stop); translate: *liquid seal*.
6. eine mit . . . versehene Vorlage. See note on 1, 69; translate: *a receptacle provided with . . .*
10. durchstreichen: *pass through*.
18. vorbeschrieben: *previously described*.
19. Reinigungsanlage; compound of Reinigung (purifying, refining) and Anlage (apparatus), translate: *apparatus for refining*.
19. zum . . . hin: hin strengthens zum; translate: *in the direction of*. . . . See Gram. Summary, § 6.
20. aufrechterhalten: *to maintain*.
25. durch . . . beseitigten. See note on 1, 69.
31. von . . . aus: the word aus strengthens von and need not be translated. Cf. note on 3, 19.
46. Glühstrumpf: *incandescent mantle*.
52. mit . . . getränktes. See note on 1, 69.
54. Lichtausstrahlungsvermögen: a compound of Licht (light), Ausstrahlung (radiation) and Vermögen (power); translate: *power of radiating light*.

4. BESPRECHUNG VON LANDOLT-BÖRNSTEIN, ETC

13. After unterzogen supply worden. See Gram. Summary, § 4 (3).
24. Schmelz- und Siedepunkte = Schmelzpunkte und Siedepunkte. See second note on 1, 6.
43. neu aufgenommen: literally, *included newly*, i.e. *added*. Supply worden. Cf. note on 4, 13.
45. geschehen ist: literally, *has happened*; say, *has been done*.
55. desgleichen: *similarly*.
56. gegen Platin: *in their action on platinum*.
65. Es fehlen. Es is the formal subject, the real subject (with which the verb agrees) being Tabellen. In translating begin the sentence with the real subject, or substitute "there" for "es." See Gram. Summary, § 14.
80. in den Handel bringen: *to put on the market, to publish*.

5. TECHNISCHES EISEN.

3. Masse: dat. of "das Mass" (measure); pronounce Mā-sse. Contrast "die Mās-se" (with short a), which means *bulk, mass*.
14. vor dem Flüssigwerden: *before becoming liquid*. See Gram. Summary, § 9.
20. Erweichungstemperatur: *softening temperature*.
35. lässt sich giessen: literally, *allows itself to be cast*; translate: *can be cast*. Note that the active infinitive of a transitive verb with sich lassen must be translated by a passive infinitive. See Gram. Summary, § 10.
36. aus feinen . . . bestehendes. See note on 1, 69.
38. sich . . . schmieden lässt: *can be wrought*. See note on 5, 35.

LINE

44. Wird der Stahl . . . Inversion of subject and verb is used because the conjunction *wenn* (if) has been omitted. See *Gram.* § 156 (B).
44. von neuem : *anew*.
48. Anlassen oder Nachlassen : *tempering*.
49. den zu erzielenden Grad : *the degree to be attained*. Note that the German present participle preceded by *zu* is here translated by the passive infinitive. See *Gram. Summary*, § 13.
50. von altersher : *from time immemorial*.
54. Ist die Dicke . . . See note on 5, 44.
61. Jeder . . . entspricht. Jeder is the object of *entspricht*, *entsprechen* taking a dative object. See *Gram.* § 151 (B).
68. Härtezustand : a compound of Härte (hardness) and Zustand (state); translate : *degree of hardness*.
87. gewissermassen : literally, *in a certain measure*; say, *as it were*.
88. abgeschreckt : *quickly tempered*.
90. Temperaturerhöhung : compound of Temperatur (temperature) and Erhöhung (increase); translate : *increase of temperature*.
95. Umwandlungsgeschwindigkeit : compound of Umwandlung (change) and Geschwindigkeit (rapidity); translate : *rapidity of change*.
100. derart, dass . . . ; translate : *in as far as*.
- ✓ 106. sich verschiebt : *is altered*. See note on I, II.
108. für . . . erforderliche. See note on I, 69.
116. erhalten bleibt : *is preserved*.

6. ÜBER EINE VIOLETTE UND ULTRAVIOLETTE STRAHLUNG, ETC.

13. Kassette : *dark slide*.
33. auch darum : literally, *also therefore*; translate, *all the more*.
43. Eisen- Kupfer- und Messingscheiben. See note on I, 6.
100. Isolar-Gelatinetrockenplatte : (*Isolar*) *gelatine dry plate*.
133. zu beantworten. See note on I, 25.
165. das beweisen : *The following experiments prove that . . .* The object clause "*Dass die Wärmestrahlen . . . sind*" precedes the principal sentence, and is resumed by "*das*."
202. Peltierschen Erscheinungen : *Peltier phenomena*. See *Hints on the Use of the Dictionary* (5).
209. Wir haben es . . . zu tun. In translating omit *es*.

7. GESCHICHTE DER THERMOCHEMIE.

- ✓ 2. wohl : *probably*.
3. Er machte . . . Front : *he opposed*.
- ✓ 4. sich . . . erkennen liessen : *could be recognised*. See note 5, 35.
8. Hieraus musste . . . geschlossen werden. The subject *es* has been omitted. See *Gram. Summary*, § 4 (1).
8. eine sich dabei abspielende Vereinigung : *a chemical union taking place at the same time*.

LINE

12. **Verbrennungs- und Atmungsprozess.** See note on 1, 6.
17. **unterhalte.** Note that in German "reported speech" the subjunctive is frequently used. See *Gram. Summary*, § 8.
19. **heute gültig:** *held nowadays.*
20. **Er war es:** *it was he.*
24. **von ihm aufgestellt:** *supply worden.* See *Gram. Summary*, § 4 (3).
26. **erforderlich sei.** See note on 7, 17.
38. **mag die Verbindung . . . geschehen:** the inversion of subject and verb is due to the omission of **ob.** Translate: *whether the combination take place . . .* See *Gram. Summary*, § 3 (a).
40. **das heisst also:** *that is to say then.*
41. **es mag nun der Vorgang . . . verlaufen.** The inversion of the real subject (**der Vorgang**) and the verb (**mag**) has taken place according to the rule given in note on 7, 37; but in this case the formal subject **es** (which need not be translated) has been introduced before the verb. Translate: *no matter whether the reaction be completed at one time or at intervals of any length.*

8. ÜBER EINIGE ENTLADUNGSERSCHINUNGEN, ETC.

8. **Es ist der Versuch gemacht worden:** *The attempt has been made*
See note on 4, 65.
28. **Stellt man . . . Wenn** is omitted. See note on 5, 44.
39. **die andere:** *i.e., die andere Hand.*
72. **längere Zeit:** *for some (longish) time.* See *Gram. Summary*, § 15.
109. **ist zu beobachten:** *is to be observed, can be observed.* See note on 1, 25.
115. **ohne . . . zu müssen:** *without being obliged.* Note that **ohne** followed by the infinitive must be translated by *without* followed by the present participle. See *Gram. Summary*, § 12.
133. **Begünstigt wird es:** translate as if the order were, "**Es wird begünstigt.**" The word "**begünstigt**" is placed first for the sake of emphasis. See *Gram.* § 156 (A, 3).

9. ÜBER ANORGANISCHE COLLOÏDE.

5. **gewichtsanalytisch:** *quantitative.*
8. **entging diesen Beobachtern:** **entgehen** takes a dative object. See *Gram.* § 151 (B). Translate: *at the same time the fact did not escape these observers.*
16. **darauf: sich beschränken** takes the fixed preposition **auf.** See *Gram.* § 149. **darauf** is an equivalent for **auf es.** See *Gram.* § 67. **darauf** anticipates **zu beschreiben.** It need not be translated. See *Gram. Summary*, § 5 (b).
22. **welchen . . . fehlt:** **fehlen** takes a dative object.
36. **ist es gelungen:** *one has succeeded in . . .* See *Gram.* § 153**.
40. **einbüßen:** pronounce **bü-ssen** with long ü.
51. **Es ist aber die Fähigkeit . . .:** **Es** is the formal subject, which should not be translated. See note on 4, 65.

LINE 10. CHROMATISCHE DEPOLARISATION, ETC.

7. eine der üblichen gleichmächtige Charakteristik: *a characteristic of equal importance to the usual one.*
 9. andere weiter angeführte Versuche: *other experiments quoted further on.*
 24. von . . polarisierten. See note on I, 69.

II. GOLD.

9. fiel Faraday . . . auf: Faraday is the dative, auffallen (to strike) taking a dative object.
 15. Später gelang es anderen Forschern: *At a later date other investigators succeeded.* See Gram. § 153 **.
 41. ohne sich zu verändern. See note on 8, 115.
 56. fällt . . . aus: *precipitates.*
 68. Dass das Hydrosol . . . The object clause precedes the principal sentence.
 76. hätte abgegeben werden müssen: *ought to have been given off.* See Gram. § 132.

12. REZENSION VON TH. C. HEBB, ETC.

8. gedackte Pfeife: *closed pipe.*
 24. Des weiteren: an adverbial genitive; translate: *further.*

13. CHEMISCHE VERWANDTSCHAFTSLEHRE.

2. reicht bis tief . . . hinab: *goes far back.* . . .
 42. nur vorübergehend und von den Zeitgenossen beinahe völlig unbeachtet: *only in passing and almost entirely unnoticed by their contemporaries.*
 52. ist anzusehen: *is to be considered.* See note on I, 25 and Gram. Summary, § 10 (a).
 61. Dadurch nämlich, dass . . . Dadurch anticipates the clause following it; translate: *through the fact that* . . . See Gram. Summary, § 5 (b).
 83. indem . . . löslich sind: *through the precipitated substances being somewhat soluble.* See second note on I, 16. Here it might be better to say: *as the precipitated substances are somewhat soluble.*
 85. und der . . . muss: *and corresponding to the—though no doubt very slight—concentration of their saturated solution, a state of equilibrium must result.*

14. DIE ENTSTEHUNG DES "NATIONAL PHYSICAL LABORATORY."

6. in Vorschlag gebracht: = vorgeschlagen.
 12. Darin wurde empfohlen: the subject *es* is understood. Translate: *They recommended.* . . . See Gram. Summary, § 4 (1).
 15. das . . . erhaltene Kew-Observatorium: between *das* and *Kew-Observatorium* are the adjectival phrases (a) *auf Veranlassung der Br. Assn.* . . . *gegründete*; (b) *von der R. S. verwaltete*; (c) *sich selbst erhaltende.* See note on I, 69.
 21. dafür? anticipates the clause *dass* . . . bringen, and should be translated: *for the fact (that* . . .). See Gram. Summary, § 5 (b).

LINE

21. **dass allgemeine . . . bringen.** The skeleton of this sentence is: **allgemeine . . . Untersuchungen (welche . . . können), nicht bloss . . . dienen, sondern auch . . . bringen.**
27. **bleiben . . . bestehen.** As a rule, a German infinitive depending on **bleiben** must be translated by a present participle, e.g., **er blieb stehen** = *he remained standing*. In this instance, instead of *remain existing*, say: *continue to exist*. See *Gram. Summary*, § 11.
27. **so viel . . . auch:** *however much*.
34. **beschränken sich doch die meisten Laboratorien . . .:** *indeed most laboratories confine themselves . . .*
35. **darauf.** See note on 9, 16.
43. **dürfte:** past subjunctive of modest assertion; translate: *probably a long time will still be required*. See *Gram. Summary*, § 7 (2).
81. **Gross-Lichterfelde:** a suburb of Berlin.

15. BERICHTE.

A.

22. **Es sind gefunden:** supply **worden** and translate: *The following have been found*. See *Gram. Summary*, § 4 (3).
29. **sich berechnet:** *works out at*.

B.

14. **hat sich gezeigt.** The formal subject **es** has been omitted. Translate: *it has been shown*, or better, *it appears*. See *Gram. Summary*, § 4 (1).
42. **Mit Bleisuperoxyd gemischt . . . ausgesetzt:** *If after having been mixed with . . . it is exposed to . . .*
50. **gelang es:** *we succeeded in . . .*, the dative **uns** being understood.

16. ÜBER EINIGE EIGENSCHAFTEN, ETC.

4. **als bestehe es.** **ob** is omitted, hence inversion of subject and verb.. See *Gram. Summary*, § 3 (b).
11. **besteht darin, dass . . .** See note on 13, 61.
18. **bringt man . . . an:** *anbringen, to attach, to fix*.
33. **konstant sein müsste:** *ought to be constant*.
39. **derart=der Art,** in which phrase **der** is the demonstrative adjective; translate: *of such a kind*.
60. **verzögere:** subjunctive of reported speech. See note on 7, 17.
61. **sollten:** subjunctive of reported speech.
66. **würde ein Bündel . . .** The skeleton of this sentence is: **Ein Bündel aus Strahlen würde . . . für den Ort . . . eine Bahn ergeben.** The word **Strahlen** is qualified by (a) **welche . . . besitzen**, (b) **und deren Bahnen . . . dringen**. The word **Bahn** is qualified by (a) **deren . . . zunehmen würde**, (b) **und welche . . . haben würde**.
125. **hätte erwarten müssen:** *ought to have expected*. See *Gram.* § 132.
138. **der der.** The first **der** is nom. sing. belonging to **entsprechende (Abstand)**, while the second **der** is dat. fem. sing. belonging to **ersten . . . Veränderung**.

LINE

17. CHEMISCHES GLEICHGEWICHT.

- 9. den . . . Mitteln is dat. object of sich entziehen (evade).
- 11. als fände der Vorgang . . . statt: inversion of subject and verb is due to omission of Ob. See *Gram. Summary*, § 3 (b).
- 12. In dem Satze: the word Satz is here used in the sense of Gesetz (law).
- 24. Wir denken uns: *we assume*. Note that uns is here the dat. of the refl. pronoun. See *Gram.* § 143.
- 34. gedachte: *just mentioned*.

18. DER EINFLUSS DER IONISATION, ETC.

- 36. ob aber auch bei schwachen (Eröffnungsfunken dies der Fall ist). The words in (.) are understood.
- 42. so ist: supply es, the subject of ist nötig. See *Gram. Summary*, § 4 (1).

19. EINE ALLGEMEINE EIGENSCHAFT, ETC.

- 2. zwecks: adverbial gen. of the noun Zweck (purpose); translate: *for the purpose of*.
- 12. Diese . . . bestimmt sein: *the object of this treatise is*.
- 27. von vornherein: *to begin with*.
- 45. also: *that is to say*.
- 56. Dies sind die Analogien: *These are the analogies*.

20. ÜBER DIE DIFFUSION, ETC.

- 43. Vorversuche: *preliminary experiments*.
- 61. Zeiteinheit: *time-unit*.
- 72. es lässt sich . . . eine untere Grenze . . . ableiten: *a lower limit can be deduced*. See note on 5, 35.

21. URANSTRAHLEN, ETC.

- 15. fraglich: *in question*.
- ✓ 23. vor sich gehen: *are going on*.
- 30. in erster Linie: *in the first place*.
- 57. Leitfähigkeit = Leitungsfähigkeit (conductivity).

22. EIN PLANIMETER, ETC.

- ✓ 15. Man denke etwa: literally, *Let one think for example*; translate: *Think for example*. See *Gram. Summary*, § 7 (A).
- 15. es sei . . . erinnert: The real subject der Leser (the reader) is omitted, es being the formal subject. The literal translation would be *let the reader be reminded of*. See *Gram. Summary*, § 4 (2).
- 39. Sprungschen: Sprung's. In German adjectives are derived from proper names by the suffix -isch, which is frequently shortened to -sch. Cf. note on 6, 202.

23. RADIUM UND HELIUM.

57. legen . . . nahe: *suggest.*

24. DIE MESSUNG, ETC.

3. die zu messende . . . See note on 5, 49.
10. für . . . auszuführende. See note on 5, 49.
20. Der Mitteilung . . . eine . . . Zusammenfassung . . . vorauszuschicken: With vorauszuschicken there are two objects, the first in the dative (Mitteilung), the second in the accusative (Zusammenfassung). Translate: *to preface the account . . . with a short summary*, and make this dependent on *es scheint berechtigt*.
22. dürfte: *might perhaps be of advantage*. See note on 14, 43.
25. Es wird sich . . . Gelegenheit . . . geben: *An opportunity will present itself*. See note on 4, 65.
33. gleich dem Äusseren: supply Widerstand.
34. eventuell: *if necessary*. The German eventuell always expresses a possible contingency and should never be translated by "eventually."
47. Einlöten oder -Nieten. See second note on 1, 6.
53. Soll . . . gemessen werden: *If . . . is to be measured*.
56. empfiehlt sich. The formal subject *es* is omitted. Translate: *it is advisable*. See *Gram. Summary*, § 4 (1).
66. Ansetzen: an infinitive used as a noun. Translate: *the attachment of*.
71. sollte . . . geschehen: *should be done*.
75. Hintereinanderschaltung: *arrangement in a series*.
93. der Reduktion and der Vergrößerung are dative objects of *zu gute kommen* (assist).
114. Der Verwendung is dative object of *stehen . . . entgegen* (stand in the way of). Subject of the sentence is *die . . . Störungen*.
126. Rapsschen. See note on 22, 39.
133. bei der Messung . . . Thermoelementen: the preposition *bei* governs *Thermoelementen*, while *der Messung* is the dative required by *dienenden*, the phrase *der Messung dienenden* being an adjectival phrase qualifying *Thermoelementen*. See note on 1, 69, and *Gram. Summary*, § 1.
155. dürfte. See note on 24, 22.

HINTS ON THE USE OF THE DICTIONARY;
GRAMMATICAL SUMMARY; LIST OF
GERMAN ABBREVIATIONS



HINTS ON THE USE OF THE DICTIONARY

In using the German-English Dictionary students not infrequently either fail to find the German word whose English equivalent they wish to know, or, having found the German word, fail to discover among the meanings given an English equivalent suitable to the context. Their failure is, however, as a rule due not so much to the incompleteness of the dictionary (though even the best dictionary cannot be absolutely complete) as to their inability to use the dictionary to the best advantage. In this connection the following hints will prove useful:—

(1) A sound knowledge of German Accidence is indispensable in order that the student may know the possible forms under which he may have to look for the word he wishes to find. Thus, for example:—

Arbeiter may be either the singular or the plural of 'Arbeiter' (worker), but cannot be the plural of 'Arbeit' (work).

Massen may be (a) any case of the plural of 'Masse' (mass, bulk), (b) the dative plural of 'Mass' (measure).

lauter may be (a) the adjective 'lauter' (pure), (b) the adverb 'lauter' (merely), (c) the comparative of the adjective 'laut' (loud).

gelegen is the perfect participle not of 'legen' (to lay), but of 'liegen' (to lie).

fällt, ausfällt, etc., are the 3rd sing. pres. indic. of both 'fallen,' 'ausfallen,' etc. (fall, be precipitated, etc.) and of 'fällen,' 'ausfällen,' etc. (to fell, precipitate, etc.).

(2) In most dictionaries German words are printed in German type.

As the German alphabet contains the same letters as the English, and is arranged in the same order, the initial letters present but little difficulty, the only point to be noticed being that both I and J are represented by **J**. In consequence of this, words beginning with I and words beginning with J are sometimes included together in one list. Thus, 'jedenfalls,' 'immerhin,' 'Inhalt,' 'Jodsäure,' might all have to be looked for, in the alphabetical order of the second letter, under **J**.

As regards the small letters, the student should notice carefully (a) the differences between **f** (f) and **f** (s), **k** (k) and **t** (t), **r** (r) and **x** (x); (b) the combination **ß** (ss).

(3) In the case of many German words two ways of spelling exist side by side:—

(a) In words of Germanic origin the following older ways of spelling are still frequently met with:—

1. 'th' for 't', *e.g.*:—Thatsache, Theil, Antheil, Werth, nothwendig.
2. 'Ae', 'Oe', 'Ue' for Ä, Ö, Ü, *e.g.*:—Aehnlichkeit, Oeffnung, Uebertritt.

(b) In words of Latin or Greek origin the following new and more phonetic ways of spelling are frequently used in place of the old:—

1. 'z' for 'c' when followed by 'e', 'i', or 'y', *e.g.*, Zentimeter, Prozess, fluoreszieren, Zylinder.
2. 'k' for 'c' when followed by 'a', 'o', 'u', or a consonant, and when final, *e.g.*, Karbolsäure, konzentrisch, kritisch, Kubikmeter, reziprok.

(4) When compound words cannot be found in the dictionary, they should be resolved into their component parts, in which connection it should be noted that compounds may be formed either—

(a) by simple juxtaposition, *e.g.*, Härtezustand = Härte (hardness) + Zustand (condition), *i.e.*, condition of hardness; Messverfahren = Mess (the stem of the verb 'messen') + Verfahren (procedure), *i.e.*, method of measuring.

(b) by connecting the component parts by means of 's' or 'n', *e.g.*, Umwandlungsgeschwindigkeit = Umwandlung (change) + s + Geschwindigkeit (rapidity), *i.e.*, rapidity of change; Sonnenfinsternis = Sonne (sun) + n + Finsternis (darkness), *i.e.*, solar eclipse.

(5) Adjectives are frequently formed from proper names in German by adding the termination '-isch,' which is often shortened to '-sch,' *e.g.*, Der Sprungsche Wagebarograph (= Sprungs Wagebarograph); Peltiersche Erscheinungen (= die von Peltier entdeckten Erscheinungen).

(6) When the combination 'ck' is divided at the end of a line, the 'c' is changed into 'k'; thus decken, herabdrücken, would appear as dekken, herabdrück-ken.

(7) When none of the meanings of a German word given in the dictionary are suitable to the context, the student should first get as clear an idea as possible of the general meaning of the German word as shown (a) by the various meanings enumerated in the dictionary, (b) by the formation of the word itself, and should then supply, if he can, the special meaning required.

GRAMMATICAL SUMMARY

THE following is a summary of the grammatical rules given in the preceding Notes, and not fully explained in the Grammar accompanying our First Course.

I.—ORDER OF WORDS

General Rules for the Order of Words in German will be found in the Grammar, §§ 154-156, to which add—

Adjectival phrases of almost any length may, in German, **1** be placed before the noun they qualify, while in English they follow the noun, *e.g.* :—

Indigo findet sich in dem *in Europa vorkommenden* Waid.
(Indigo is found in the woad *occurring in Europe.*)

Der *für die Thermometer der anderen Klassen zugelassene* Fehler.
(The error *allowed in the thermometers of the other classes.*)

There may even be two or more such adjectival phrases **2** qualifying the noun they precede, *e.g.* :—

Das *auf Veranlassung der British Association im Jahre 1867*
gegründete, von der Royal Society verwaltete Kew-Observatorium.
(The Kew Observatory, *founded at the instance of the British Association in*
1867, and managed by the Royal Society.)

II.—OMISSION OF WORDS ✓

For the omission of 'wenn' and 'ob,' which is always shown by the Inverted Order, *see* Grammar, § 156 (*B*), to which add—

The conjunction 'ob' may also be omitted in the follow- **3** ing cases, the omission being similarly indicated by the Inverted Order :—

(*a*) 'ob' = 'whether,' *e.g.* :—

Die Wärmeentwicklung ist stets dieselbe, *mag der Vorgang*
auf einmal verlaufen oder nicht. (The amount of heat developed
is always the same, *whether the reaction* be completed at one time or not.)

(*b*) 'als ob' = 'as if,' *e.g.* :—

Das Bündel verhält sich als ein homogenes, d.h. *als bestehe*
es aus Teilchen, welche . . . (The beam of rays behaves like a
homogeneous one, i.e., *as if it consists of* particles which . . .)

4 Other words may be omitted in accordance with the following rules:—

- (1) The Formal Subject 'es' (*see* below § 14) is omitted whenever, if not omitted, it would have to be placed after the verb (*see* Rules for Inverted Order, Gram., § 156), *e.g.*:—

Dabei hat [es] sich gezeigt, dass . . . (At the same time *it* has been noticeable that . . .)

Soll eine Erklärung gegeben werden, so ist [es] nötig . . .
(If an explanation is to be given, *it* is necessary . . .)

- (2) The Real Subject is occasionally omitted when a Formal Subject is introduced, *e.g.*:—

Es sei [der Leser] erinnert. (Let *the reader* be reminded.)

- ✓ (3) Auxiliary Verbs are sometimes omitted when they would stand at the end of the sentence, *e.g.*:—

Herr X, der denselben Versuch ausgeführt [hat]. (Mr. X, who *has* carried out the same experiment.)

Herr X, von dem dieser Versuch gemacht worden [ist].
(Mr. X, by whom this experiment *has* been made.)

Die Fassung der Tabellen ist einer vollständigen Umarbeitung unterzogen [worden]. (The arrangement of the tables *has been* subjected to a complete revision.)

- ✓ (4) If in two or more compound words joined by a conjunction the same component part occurs more than once, this part may be omitted in all but one of the compounds, the omission being indicated by a hyphen, *e.g.*:—

Schmelz-[punkte] und Siedepunkte. (Melting-points and boiling-points.)

Temperaturverteilung oder [Temperatur]-Veränderung. (The distribution or change of temperature.)

Man erreicht dies durch Einlöten oder [Ein]-Nieten. (This is attained by soldering or rivetting in.)

III.—GERMAN WORDS NOT TO BE TRANSLATED

An Infinitive or a Subordinate Clause is frequently anticipated in German sentences— 5✓

(a) by *es* with verbs taking an accusative object, *e.g.* :—

Wir haben *es* versucht diese Erscheinung durch ein Experiment klar zu machen. (We have tried to make this phenomenon clear by an experiment.)

Dieser Versuch hat *es* bewiesen, dass unsere Behauptung richtig war. (This experiment has proved that our assertion was correct.)

(b) by *da* compounded with the “fixed preposition” required by certain verbs, nouns, and adjectives (*see* Gram., § 149), *e.g.* :—

Ich zweifle nicht *daran*, dass diese Erfindung grosse Folgen haben wird. (I do not doubt that this discovery will have great consequences.)

Man muss sich *davor* hüten, aus dieser Tatsache zu weit gehende Folgerungen zu ziehen. (One must take care not to draw too far-reaching conclusions from this fact.)

Diese Forscher beschränkten sich *darauf*, die beobachteten Erscheinungen zu beschreiben. (These investigators confined themselves to describing the phenomena observed.)

Ich muss mein Erstaunen *darüber* aussprechen, dass Herr X. dies übersehen hat. (I must express my astonishment [at the fact] that Mr. X. has overlooked this; *or*, at Mr. X. having overlooked this.)

Adverbial Particles are sometimes introduced in German to strengthen the force of a preceding preposition, particularly when motion is implied, *e.g.* :— 6✓

Diese Vorrichtung, welche die gleichmässige Bewegung der Gase von den Retorten *weg* zum Gasometer *hin* aufrechterhält. (This apparatus, which maintains the regular passage of the gases from the retorts to the gasometer.)

IV.—SUBJUNCTIVE

7 (A) In principal sentences—

(1) In commands (and prohibitions), *e.g.* :—

Man *denke* etwa an . . . (Think for example of . . .)

Die Entfernung A K *sei* mit *a* bezeichnet. (Let the distance A K be denoted by *a*.)

(2) In modest assertions, *e.g.* :—

Es *dürfte* noch lange Zeit erfordern, ehe . . . (It *will probably* be a long time before . . .)

Diese Mitteilung *dürfte* von Vorteil sein. (This information *might perhaps* be of use.)

8 (B) In subordinate clauses—

In reported statements, *e.g.* :—

Lavoisier bewies, dass der Sauerstoff der Luft die Verbrennung *unterhalte*, indem er sich mit dem verbrennenden Körper *vereinige*. (L. showed that the Oxygen of the air *maintained* the combustion, etc.)

V.—INFINITIVE

9 German Infinitives are sometimes used as nouns, in which case they correspond to English verb-nouns, *e.g.* :—

Das *Ansetzen* des Drahtes. (The *attaching* of the wire.)

Das *Hinzugießen* der Säure muss unter *Umrühren* geschehen. (The *pouring* in of the acid must be done while *stirring*.)

10 A German Active Infinitive is translated by an English Passive Infinitive—

(a) after the verb 'sein,' *e.g.* :—

Es ist *zu beobachten*. (It is *to be observed*.)

(b) when dependent on 'sich lassen,' *e.g.* :—

Stahl lässt sich *giessen*. (Steel can *be cast*.)

II The Active Infinitive of German verbs expressing position corresponds, when dependent on 'bleiben,' to an English Present Participle, *e.g.* :—

Die Stahlfeder bleibt an dem Magnete *hängen*. (The steel pen remains *hanging* on the magnet.)

The German Active Infinitive preceded by 'ohne zu,' **12**
corresponds to the English Present Participle preceded by
'without,' *e.g.* :—

Die Lösungen können monatelang aufbewahrt werden, *ohne sich zu verändern*. (The solutions can be kept for months *without changing*.)

VI.—PARTICIPLES

The German Present Participle preceded by 'zu' is often **13**
used attributively and must be translated by an English
Passive Infinitive, following the noun (*cf.* § 1), *e.g.* :—

Das Kennzeichen für den *zu erzielenden* Grad. (The sign for
the degree *to be attained*.)

VII.—FORMAL SUBJECT

In German sentences the Real Subject is frequently placed **14**
after the verb, its natural place before the verb being occu-
pied by the Formal Subject 'es,' *e.g.* :—

Es ist der Versuch gemacht worden = Der Versuch ist ge-
macht worden. (The attempt has been made.)

Es fehlen noch genauere Angaben über diesen Versuch =
Genauere Angaben über diesen Versuch fehlen noch. (There
are wanting as yet more exact details of this experiment.)

VIII.—COMPARATIVE

German Adjectives are sometimes used in the comparative **15**
degree when comparison is suggested rather than definitely
expressed. Such Comparatives may usually be translated by
the English Positive, preceded, if necessary, by 'compara-
tively' or 'rather,' *e.g.* :—

Ich hatte die Lampe schon *längere* Zeit gerieben. (I had
already been rubbing the lamp for a [*rather*] *long* [*longish*] time.)

Die Darstellung von Schwefelsäure in *grösseren* Mengen.
(The production of sulphuric acid in [*comparatively*] *large* quantities.)

LIST OF ABBREVIATIONS

a. a. O.	am angeführten Orte: in the place (work) mentioned
Amp.	Ampère.
Anm.	Anmerkung: note.
Ann. d. Phys.	Annalen der Physik.
Atm.	Atmosphäre(n): atmosphere(s).
Aufi.	Auflage: edition.
Beibl.	Beiblatt (or) Beiblätter: supplement.
Bd.	Band: volume.
Bde.	Bände: volumes.
bez. bz. bezw. }	beziehungsweise: or, as the case may be, respectively.
ca.	circa: about.
ccm.	cubiccentimeter (Kubikzentimeter): cubic centimetre(s).
Centralbl.	Centralblatt.
Chem.	Chemie: chemistry.
chem.	chemisch: chemical.
cm.	centimeter (Zentimeter): centimetre(s).
cal.	Calorie(n): calorie(s).
d.	1. der, die, das, den, des, dem; 2. deutsch.
dergl.	dergleichen: similar, similar things.
desgl.	desgleichen: also, similarly.
d. h.	das heisst: i.e., that is to say.
Elektr.	Elektrizität: electricity.
elektr.	elektrisch: electrical.
elektrotechn.	elektrotechnisch: electrotechnical.
ev.	eventuell: if necessary, if suitable.
f.	1. für: for; 2. folgende: following.
g.	Gramm: gramme(s).
geb.	gebunden: bound.
Hr.	Herr: Mr.
Hrn.	Herrn: (inflected cases of Herr).
J. pr. Chem. Journ. prakt. Chemie }	Journal für praktische Chemie.
Kgl.	Königlich: Royal.

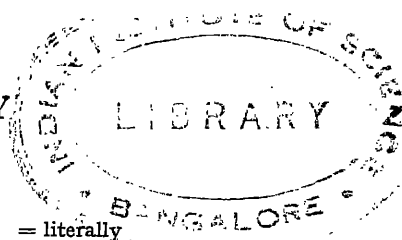
Lieb. Ann.	Liebigs Annalen.
l. c.	loco citato : in the place (work) mentioned.
loc. cit.	
Lehrb. (d. Phys.)	Lehrbuch (der Physik) : Textbook (of Physics).
£ str.	Pfund Sterling : pound(s) sterling.
m.	Meter : metre(s).
M.	Mark : a German coin.
Mk.	
med.	medizinisch : medical.
mg.	Milligramm.
Min.	Minute(n) : minute(s).
No.	Nummer : number.
Nr.	
p.	per, pro.
Phys.	Physik : Physics.
phys.	physikalisch : physical.
Pogg. Ann.	Poggendorffs Annalen.
pCt.	per cent.
Rad.	Radium.
rd.	rund : about.
russ.	russisch : Russian.
S.	Seite : page.
s. a.	siehe auch : see also.
Schw.	Schwingung(en) : vibration(s).
Sek.	Sekunde : second.
SS.	Seiten : pages.
s. Z.	seiner Zeit : in his (<i>at that</i>) time.
u.	und : and.
u. a.	unter anderen : among other things.
u. a. m.	und andere mehr : and others.
u. ä.	und ähnliche : and similar.
u. dergl.	und dergleichen : and things of that sort.
u. s. w.	und so weiter : etc.
usw.	
v.	von : of.
Verf.	Verfasser : author(s).
vergl.	vergleiche : cf., compare.
vgl.	
z. B.	zum Beispiel : e.g., for instance.
Zeitschr.	Zeitschrift : Magazine, Journal, Periodical.
Ztschr.	
z. T.	zum Teil : in part.

VOCABULARY

G



VOCABULARY



THE FOLLOWING ABBREVIATIONS ARE USED:—

acc.	= accusative	lit.	= literally
adj.	= adjective	m.	= masculine
adv.	= adverb	n.	= neuter
Anom.	= Anomalous	Pl.	= Plural
conj.	= conjunction	p.p.	= perfect participle
dat.	= dative	prep.	= preposition
dem.	= demonstrative	pr.p.	= present participle
f.	= feminine	pro.	= pronoun
gen.	= genitive	rel.	= relative
Impers.	= Impersonal	sg.	= singular
infin.	= infinitive	Str.	= Strong
intr.	= intransitive	subj.	= subjunctive
Irr. Str.	= Irregular Strong	tr.	= transitive
Irr. W.	= Irregular Weak	W.	= Weak

Pl. -e, -er, -en, -n, denotes that the Plural is formed by adding -e, -er, -en, -n to the Singular.

Pl. -e, -er, denotes that the Plural is formed by adding -e, -er to the Singular and modifying the root vowel.

Pl. -, denotes that the Plural is the same as the Singular.

Pl. -, denotes that the Plural is formed by modifying the root vowel.

Roman numerals following a Strong Verb denote the Class to which it belongs. (See the Grammar in the *First German Course*, pp. 65-68.)

NOTE.—The cases (other than the accusative) required by Verbs, Adjectives, and Prepositions are given; also the Prepositions required by Nouns, Verbs, and Adjectives.

Stress is shown by ' placed *after* the stressed syllable. Note that all verbal prefixes with stress are separable.

References thus, "Gr. § 35," are to the Grammar in the *First German Course*, pp. 45-75.

a. a. O. = am angeführten Orte, in the place (work) quoted, *loc. cit.*

a'ber, but, however

Ab'fall, Pl. -e, m., waste product

Ab'filtrieren, n., filtering off

Ab'gabe, Pl. -n, f., giving off, yielding up, production

ab'geben, Str. V., to give up, part with, give off, yield; furnish (reports)

Ab'gleichverfah'ren, n., process of adjustment, adjusting process

Ab'handlung, Pl. -en, f., treatise

ab'hängen (von), Str. VII., to depend (upon)

ab'hängig (von), dependent (on)

Ab'hängigkeit (von), Pl. -en, f., dependence (on)

Ab'kömmling, Pl. -e, m., derivative

Ab'kühlen, n., cooling

Ab'kühlung, Pl. -en, f., cooling

ab'lagern (sich), W., to deposit, settle

ab'laufen, Str. VII., to run off, run down, expire, come to an end

ab'lehnen, W., to decline, refuse, reject

ab'leiten (sich), W., to be derived, deduced

Ab'leitung, Pl. -en, f., derivation, deduction

ab'lenkbar, capable of being deflected, deflexible

Ab'lenkbarkeit, Pl. -en, f., divergence, deflexibility, capability of being deflected
ab'lenken, W., to deflect
Ab'lenkung, Pl. -en, f., deflection
ab'nehmen, Str. IV., to decrease, diminish (intr.)
ab'scheiden, Str. I., to separate out, disengage, isolate
Ab'scheidung, Pl. -en, f., separation, disengagement
ab'schliessen, Str. II., to shut off, close
ab'schneiden, Str. I., to cut off
Ab'schnitt, Pl. -e, m., (what is) cut off, segment
ab'schrecken, W., to chill, quench, temper quickly
Ab'schwächung, Pl. -en, f., weakening (off), diminution
ab'sehen (von), Str. V., to look away (from), disregard; **abgesehen davon**, apart from this (consideration)
ab'setzen, W., to deposit, precipitate
ab'setzen (sich), W., to settle, be deposited
absolut, absolute
absorbieren, W., to absorb
Absorption, Pl. -en, f., absorption
Absorptionsfähigkeit, Pl. -en, f., absorptibility
Absorptions'spektrum, Pl. -tra, n., absorption spectrum
ab'spielen (sich), W., to take place
Ab'stand, Pl. -e, m., interval, distance
Abszis'senrichtung, Pl. -en, f., direction of the abscissae
Ab'tellung, Pl. -en, f., division, department
ab'trennen, W., to divide off, separate
Ab'trennung, Pl. -en, f., separation, dividing off
Ab'wägung, Pl. -en, f., weighing off (against each other), balancing, adjustment
ab'weichen, Str. I., to deviate, differ
ab'ziehen, Str. II., to draw off (tr.)
Ab'zweigung, Pl. -en, f., branching off, branch
Acetyl'gruppe, Pl. -n, f., acetyl group
Acetyl'peroxyd, Pl. -e, n., acetyl peroxide
aktiv, active

Aehn'lichkeit = **Ähnlichkeit**
Aen'derung = **Änderung**
Ae'ther = **Äther**
Aethyl = **Äthyl**
affin, affined, related, kindred
affizieren, W., to affect
ähn'lich (dat.), similar, like; (adv.) similarly; **ähnlich wie**, like as like
Ähn'lichkeit (mit), Pl. -en, f., similarity, resemblance (to)
Akademie, Pl. -n, f., academy
Ak'tiengesell'schaft, Pl. -en, f., joint stock company
Akti'nium, n., actinium
aktiv, active
aktivieren, W., to render active, actuate
Alchemist, Pl. -en, m., alchemist
Alizarin, n., alizarin
Alizarin'blau, n., alizarin blue
alka'lish, alkaline; (adv.) as a alkali
Al'kohol, Pl. -e, m., alcohol
all, all; **das alles**, all this; **vo allem**, especially; **alles**, was.. everything that . . .
allein, alone
al'lerdings, certainly, it is true, n doubt
allgemein, general(ly); **im allge meinen**, in general, on the whole **im allgemeineren Sinne**, in more general sense, more generally
Allgemein'heit, Pl. -en, f., generality, people in general
allmäh'lich, gradual(ly)
als, as; **als wenn**, or **als+** inverted subjunctive, as if (**als bestehe e aus Teilchen** = **als wenn es au T. bestehe**)
als, than (after comparatives, an after **ander**: e.g. **ist ganz andere Art**, **als man voraussetzen möchte**)
alsdann, then
al'so, therefore, then, consequently that is to say
alt, old
Al'ter, Pl. -, n., age, antiquity; **vo altersher** = **von Alters her** from of old, since olden time from time immemorial
Al'terungsverfahren, n., maturing process

Alumi'nium, n., aluminium
Alumi'niumblätt'chen, Pl. -, n., leaf of aluminium
Alumi'niumfo'lie, Pl. -n, f., (sheet of) aluminium foil
Alumi'niumschirm, Pl. -e, m., aluminium screen
am = **an dem**. See **an**
Ami'doazobenzol', n., amino-azobenzene
Ami'dowas'erstoff, Pl. -e, m., amino-hydride
Ammo'niak, n., ammonia
amorph', amorphous
Amp. = **Ampère**
Amplitu'de, Pl. -n, f., amplitude
amt'lich, official(ly)
an (acc. or dat.), in, to, at; **an sich**, **an und für sich**, in itself (themselves), by itself, as such; **an diesem Beispiel**, by this example; **das Auffälligste an ihm**, the most striking thing about it
analog' (dat.), analogous
Analogie', Pl. -n, f., analogy
Analysa'tor, Gen. sg. -s, Pl. -to'ren (Gr. § 35), m., analyser
Analy'se, Pl. -n, f., analysis
analysi(e)'ren, W., to analyse
An'bau, m., cultivation
an'bauen, W., to cultivate
An'betracht, m., in the phrase **in Anbetracht**, in consideration
An'blick, Pl. -e, m., sight, view, look, aspect, appearance
an'bringen, Irr. W., to attach, fix
an'der, other, different; **der eine . . . der andere**, the one . . . the other(s); **kaum etwas anderes**, scarcely anything else; **unter anderem**, among other things, *inter alia*
an'dererseits, on the other hand
än'dern, W., to alter (tr.)
än'dern (sich), W., to alter (intr.)
an'dernfalls, in other case, otherwise
an'ders, different(ly)
Än'derung, Pl. -en, f., change, alteration
an'deuten, W., to indicate, hint
aneinan'der, on to one another
an'erkennen, Irr. W., to recognise, acknowledge

an'fangs, in the beginning, at first
An'forderung, Pl. -en, f., demand, requirement, claim
an'führen, W., to quote, cite
an'füllen, W., to fill (up)
An'gabe, Pl. -n, f., statement, "reading" (of a thermometer), item of information, specification, details
an'geben, Str. V., to indicate, specify, give, state
an'gemessen, adequate, appropriate
an'gliedern (**an**, with acc.), W., to join on (to), attach (to)
an'greifen, Str. I., to attack
An'griff, Pl. -e, m., attack
an'haften, W., to adhere
an'halten, Str. VII., to last
an'hauchen, W., to breathe upon
an'häufen (sich), W., to accumulate, pile up
An'häufung, Pl. -en, f., accumulation
Anilin', n., aniline
Anilin'blau, n., aniline blue
Anilin'fabrikation', f., manufacture of aniline
Anilin'farbstoff, Pl. -e, m., aniline dye
Anilin'gelb, n., aniline yellow
Anilin'schwarz, n., aniline black
an'lassen, Str. VII., to temper
An'lassen, n., tempering, annealing
an'laufen, Str. VII., to become, colour, temper (intr.)
An'lauffar'be, Pl. -n, f., tempering colour
an'legen, W., to attach
an'lehnen (sich), W., to lean oneself upon, be based upon, resemble
Anm. = **An'merkung**, Pl. -en, f., note
Ann. = **Anna'len**, pl., annals
an'nähernd (pr.p. of **an'nähern**, W., to approach), approximating, approximately
An'näherung, Pl. -en, f., approach
An'nahme, Pl. -n, f., supposition, hypothesis
Anna'len, f. pl., annals
an'nehmen, Str. IV., to assume, accept, take up, adopt
Ano'de, Pl. -n, f., anode
an'ordnen, W., to arrange
An'ordnung, Pl. -en, f., arrangement

an'orga'nisch, inorganic
an'pressen (an), W., to press (against)
An'regung, Pl. -en, f., stimulus, suggestion, hint
an'schaulich, visible, evident, intelligible
An'schauung, Pl. -en, f., view, opinion, theory
an'schliessen (an with acc.), Str. II., to fasten (to)
an'schliessen (sich) (an with acc. or dat.), Str. II., to join itself (to), join
an'schliessend, adjoining, closely connected, following thereon
An'schluss (an), Pl. -e, m., joining (on to), connexion (with)
An'schlussstelle, Pl. -n, f., place of attachment, point of juncture
an'sehen, Str. V., to look on, regard, consider
an'setzen (sich), W., to settle
An'setzen, n., attachment, attaching
An'sicht, Pl. -en, f., view, opinion
An'stalt, Pl. -en, f., institute
anstatt' (gen.), instead of; **anstatt die Platten zu belichten**, instead of exposing the plates
an'stellen, W., to institute, make
an'streben, W., to strive for, aim at
An't(h)eil, Pl. -e, m., portion
Anthracen'farbstoff, Pl. -e, m., anthracene dye
Antimon', n., antimony
Antimon'-Wis'mutsäule, Pl. -n, f., antimony and bismuth pile
An'wachsen, n., growth, increase
an'wenden, W. or Irr. W., to employ, use
an'wenden (auf), to apply (to)
An'wendung, Pl. -en, f., application, employment, use; **Anwendung finden**, to find employment, be used
An'wesenheit, f., presence
An'zahl, f., number
aperio'disch, aperiodic
Apparat', Pl. -e, m., apparatus
äquivalent', equivalent
Ar'beit, Pl. -en, f., (piece of) work, task, (scientific) paper
ar'beiten, W., to work
Ar'beiter, Pl. -, m., worker, workman

Ar'beitskraft, Pl. -e, f., power work, energy
Ar'beitsplan, Pl. -e, m., plan of work, scheme of operations
Ar'gon, n., argon
Är'mel, Pl. -, m., sleeve
arsen'haltig, containing arsenic
Arse'nik, n., arsenic
Arsen'säure, f., arsenic acid
Art, Pl. -en, f., kind
ärz'tlich, medical, "clinical"
Asphalt'lack, Pl. -e, m., (black) japan
Ä'ther, Pl. -, m., ether
Äthyl', n., ethyl
Atm.=Atmosphäre(n)
Atmosphä're, Pl. -n, f., atmosphere
atmosphä'risch, atmospheric
At'mungsprozess', Pl. -e, m., process of respiration
Atom'gewicht', Pl. -e, n., atom weight
atomis'tisch, atomic
auch, also, even; **auch wenn**, even when; **so viel . . . auch**, however much . . . ; **auch** with its version—"although" (e.g. **wurd auch so die Verwendung eines Zeigegalvanometers vermieden**, although the use of an inde galvanometer was thus avoided)
auf (acc. or dat.), on, upon, at, to, for
auf'bewahren, W., to keep
auf'blasen, Str. VII., to blow (up)
kugelförmig aufgeblasen, blown into bulbs
auf'blitzen, W., to flash (up)
auf'bürden (dat. of person), W., to lay or impose (as a burden) on
aufeinander, on one another
aufeinander folgend, successively
auf'fallen (dat.), Str. VII., to strike (a person, figuratively), attract one's attention; **die Ähnlichkeit fiel Faraday auf**, the similarity struck Faraday
auf'fallend, striking, remarkable (as true pr.p. of **auffallen**)
auffallen, to fall upon, incident upon, that falls upon, incident
auf'fällig, striking, remarkable; **das Auffälligste**, the most striking thing
auf'fälligerweise, strikingly, to our astonishment

auffangen, Str. VII., to catch, intercept
auffassen, W., to conceive, comprehend, understand
Auffassung, Pl. -en, f., conception, view
Aufgabe, Pl. -en, f., task, problem
aufgeben, Str. V., to give up
aufhängen, W., to hang (tr.)
aufheben, Str. II., to lift up, put an end to, cancel
Aufkochen, n., boiling (up)
Aufl. = Auflage
Auf'lage, Pl. -n, f., edition
aufleuchten, W., to light up, shine, glow
Aufleuchten, n., glow
auflösen, W., to dissolve
auflösen, n., dissolving
aufnehmen, Str. IV., to take up, include
aufrechterhalten, Str. VII., to maintain
Aufschluss, Pl. -e, m., disclosure, explanation, information, particulars
aufstellen, W., to set up, establish
Aufstellung, Pl. -en, f., setting up, drawing up
Auftrag, Pl. -e, m., order, commission; **in meinem Auftrage**, under my instructions
auftreten, Str. V., to appear, occur
aufweisen, Str. I., to show, display
aufwenden, W., to spend
Aufzeichnung, Pl. -en, f., recording, record
Au'ge, Pl. -n, Gr. § 35, n., eye
Augenblick, Pl. -e, m., moment
augenscheinlich, evident, manifest, obvious
aus (dat.), out of, from, of; **ein Bündel aus Strahlen**, a pencil consisting of rays
aus (adverbial particle): **von . . . aus**, "from," cf. p. 71, § 6
ausarbeiten, W., to work out, elaborate
ausbreiten (sich), W., to spread
ausdehnen, W., to expand
Ausdehnung, Pl. -en, f., expansion
Ausdruck, Pl. -e, m., expression, phrase
ausdrücken, W., to express

ausdrücklich, expressly
auseinandersetzen, W., to explain
ausfallen, Str. VII., to fall out, separate out, be precipitated; turn out, prove
ausfällen, W., to precipitate, cause to separate out
Ausfällen, n., precipitation
Ausfällung, Pl. -en, f., precipitation
ausführbar, capable of performance, practicable, feasible, achievable
ausführen, W., to carry out
ausführlich, detailed, in detail
Ausführung, Pl. -en, f., carrying out, performance
Ausgangsmaterial', Pl. -ien, n., initial material, substance with which one begins
Ausgangsstoff, Pl. -e, m., original substance, substance with which one starts
ausgedehnt, extended, extensive
ausgehen, Irr. Str., to start, proceed
ausgleichen (sich), Str. I., to equalise, neutralise
Aus'kochen, n., boiling out
Aus'legung, Pl. -en, f., explanation, comment
auslöschen, W., to extinguish, blot out
Auslösung, Pl. -en, f., setting free, disengagement
aus'machen, W., to make, amount to, come to
Ausnahme, Pl. -n, f., exception; **mit Ausnahme** (von, or gen.), with the exception (of)
Ausnahmefall, Pl. -e, m., exceptional case
ausnahmsweise, exceptionally, in exceptional cases, by way of exception
ausnutzen, W., to make use of, take advantage of, make the most of, exploit
ausreichen, W., to suffice
ausreichend, sufficient
aus'scheiden, Str. I., to separate out, precipitate
aus'scheiden (sich), Str. I., to separate out (intr.)
Aus'schlag, Pl. -e, m., turning of a scale, deflection

aus'schlaggebend, decisive (der Wage den Ausschlag geben = to turn the scale)
aus'schliessen, Str. II., to exclude, make impossible
aus'schliesslich, exclusively
Aus'schuss, Pl. "e, m., committee
au'ssen, outside; **nach aussen**, outwards; **von aussen**, from without, exteriorly, outside; **von aussen her**, from without
aus'senden, W. or Irr. W., to send out, emit
Au'ssenwi'derstand, Pl. "e, m., external resistance
au'sser (dat.), besides; (adv.) except
au'sserdem, besides, moreover
äu'ssere (attributive adj.), outer, external; **äussere Mittel**, material agencies
au'sserhalb (gen.), outside (of)
ausseror'dentlich, extraordinarily
äu'sserst, outermost; **ut(ter)most**, extreme(ly)
aus'setzen, W., to expose, subject
aus'sprechen, Str. IV., to pronounce, express, utter
Aus'stattung, Pl. -en, f., equipment
aus'strahlen, W., to radiate (tr.)
aus'treiben, Str. I., to drive out, expel
aus'üben, W., to exercise, exert
Aus'wahl, f., selection, choice
aus'wählen, W., to select; **ausgewählt**, selected; **auswählend**, selective
Aus'waschen, n., washing
Aus'wertung, Pl. -en, f., evaluation, calculation
aus'ziehen, Str. II., to pull out, draw out, extract
Aus'ziehen, n., removal
Au'tor, Gen. sg. -s, Pl. -o'ren (Gr. §35), author, writer
A'zofarb'stoff, Pl. -e, m., azo-dye

Bahn, Pl. -en, f., path, track
bald, soon
Band, Pl. "e, m., volume
Band'zahl, Pl. -en, f., number of volume
Ba'ryum, n., barium
Baryumplatin'cyanür, n., compound cyanide of barium and platinum
Ba'se, Pl. -n, f., base

Bau, Gen. sg. **Bau(e)s**, Pl. **Bauten** (Gr. § 35), m., building; **im Bau befindlich**, building, being built, constructed
Bd. = **Band**, Pl. "e, m., volume
Bde. = **Bände**, volumes
beant'worten, W., to answer
bear'beiten, W., to work (tr.)
Bear'beitung, Pl. -en, f., working (up)
beauf'tragen, W., to commission, charge
bede'cken, W., to cover
Bede'ckung, Pl. -en, f., covering
bedeu'tend, considerable, eminent; (adv.) considerably
Bedeu'tung, Pl. -en, f., importance, meaning
bedie'nen (sich), W. (gen.), to make use of
bedin'gen, W., to condition, determine, imply
Bedin'gung, Pl. -en, f., condition
beein'flussen, W., to influence
Beein'flussung, Pl. -en, f., influence, effect; influencing
befas'sen (sich) (mit), W., to occupy (oneself) (with), engage in
befes'tigen, W., to fasten, fix
befin'den (sich), Str. III., to be
befind'lich, existing, to be found; **im Bau befindlich**, in course of construction, now being built
befrei'en, W., to free
befrie'digen, W., to satisfy
begin'nen, Str. IV., to begin
beglau'bigen, W., to attest, verify, certify
beglei'ten, W., to accompany
begreif'lich, comprehensible
begren'zen, to bound, limit; **begrenzen sich**, to limit (each other), be limited
Begriff, Pl. -e, m., concept, idea
begrün'den, W., to establish, account for
Begrün'der, Pl. -, m., founder
begün'stigen, W., to favour
behal'ten, Str. VII., to keep, retain
behan'deln, W., to treat
Behan'deln, n., treatment, treating
Behand'lung, Pl. -en, f., treatment
Behaup'tung, Pl. -en, f., assertion
beherr'schen, W., to govern, control

Beherr'schung, Pl. -en, f., command, control, domination
behin'dern, W., to hinder, check
behufs' (gen.), for the purpose (of). [Gen. of **der Behuf**, behoof, purpose.]
bei (dat.), in (the course of), in (the case of, at, with; **bei frei schwebender Säule**, with freely hanging pile (=when the pile is suspended, is not in contact)
Beibl.=Beiblatt, Beiblätter
Bei'blatt, Pl. -er, n., supplement
bei'de, both, two, the two
Bei'mengung, Pl. -en, f., admixture, impurity
beina'he, almost
Bei'spiel, Pl. -e, n., instance, example
bekannt', known, well known; **wie bekannt**, as (is) well known
bekannt'lich, as is well known
bekom'men, Str. IV., to obtain, get
belauf'en (sich) (**auf**), Str. VII., to amount (to)
Beleuch'tung, Pl. -en, f., illumination, exposure (to light)
belich'ten, W., to expose (to light)
belle'big, any (that you please), any whatever, any desired; (adv.) in any desired way, as desired;
beliebig viele, as many as you please; **beliebig getrennt**, separated in whatever way
beliebt', beloved, popular
bemer'kbar, noticeable
bemer'kenswert(h), worth noting, remarkable
Bemer'kung, Pl. -en, f., remark
benut'zen or **benützen** (**zu**), W., to use (for)
Benut'zung, Pl. -en, f., use; **unter Benutzung elektrischer Vorgänge**, with the use of electrical processes
Benz'aldehyd', m., benzaldehyde
Benzol', n., benzol, benzene
beo'bachten, W., to observe
Beo'bachter, Pl. -, m., observer
Beo'achtung, Pl. -en, f., observation
Beo'achtungsmaterial', Pl. -ien, n., observational material, observations
bequem', convenient(ly)

berech'nen, W., to calculate
berech'nen (sich), W., to be calculated, obtained by calculation
Berech'nung, Pl. -en, f., calculation
berech'tigen (**zu**), W., to justify, entitle (to); **berechtigt**, justified, justifiable
bereits', already
Berei'tungsweise, Pl. -n, f., method of preparation
von Berg', a family name. [**Berg**, Pl. -e, m., mountain, hill]
Bericht', Pl. -e, m., report
berich'ten (**über**), W., to report (concerning)
berück'sichtigen, W., to consider, take into account
beruh'en(auf), W., to rest, depend (upon)
beruh'igen, W., to calm down, set at rest, bring to rest
berüh'ren, W., to touch (on)
Berüh'ren, n., touching, contact
Berüh'ung, Pl. -en, f., contact
Berüh'ungsstel'le, Pl. -en, f., point of contact
Beschaffenheit, Pl. -en, f., quality, composition, structure
beschäf'tigen (sich) (**mit**), W., to busy (oneself) (with), occupy (oneself) (with), engage (in)
beschei'den, Str. I., to assign, allot; **beschieden** (p.p.) **sein** (dat.), to have fallen to one's lot, be destined
beschlie'ssen, Str. II., to resolve, determine
beschrän'ken (**auf**), W., to limit, confine, restrict (to)
beschrän'ken (sich) (**auf**), W., to confine oneself, restrict oneself (to); be limited, confined (to)
beschränkt', restricted
Beschrän'kung, Pl. -en, f., limitation, restriction
beschrei'ben, Str. I., to describe
Beschrei'bung, Pl. -en, f., description
Beschwer'de, Pl. -n, f., inconvenience
beset'tigen, W., to remove
besit'zen, Str. V., to possess, have
beson'der, special
beson'ders, especially
Bespre'chung, Pl. -en, f., review

bes'ser, better
best, best
Bestän'digkeit, Pl. -en, f., stability
Bestand'teil, Pl. -e, m., constituent
bestä'tigen, W., to confirm
besteh'en, Irr. Str., to exist; **bestehen**
bleiben, to remain (existing, in
existence); **bestehen** (aus), to
consist (of); **bestehen** (darin),
to consist (in)
bestim'men, W., to fix, ascertain,
determine, decide; destine, intend
bestimmt', given, particular, certain,
definite; intended, destined
Bestim'mung, Pl. -en, f., regulation;
determination
Bestrah'lung, Pl. -en, f., irradiation,
application of the rays
bestre'ben (sich), W., to endeavour;
bestrebt sein, to be at pains,
aspire, aim at
Bestre'ben, n., endeavour
betä'tigen, W., to put into action,
employ; **die betätigte** (p.p.)
Energiemenge, the amount of
energy employed
betei'ligen (sich) (an), to take a part
(in); **beteiligt** (p.p.), concerned,
sharing (in)
beto'nen, W., to emphasise
Betracht', m., consideration; **in**
Betracht ziehen, to take into
account
betrach'ten, W., to look upon, look
at, consider
Betrach'tung, Pl. -en, f., considera-
tion
Betrag', Pl. -e, m., amount, sum
betra'gen, Str. VI., to amount to
betref'end, respective, referred to, in
question
bevor', before (conj.)
bewäl'tigen, W., to overcome, master,
cope with
bewe'gen, W., to move (tr.); **sich**
bewegen, to move (intr.)
beweg'lich, movable
Bewe'gung, Pl. -en, f., motion, move-
ment, passage
Beweis', Pl. -e, m., proof
bewei'sen, Str. I., to prove, show
bez.=bezie'hungsweise
bezeich'nen, W., to mark, designate,
denote

Bezeich'nung, Pl. -en, f., name,
term
bezieh'en (sich) (auf), Str. II., to
refer (to), relate (to)
Bezieh'ung, Pl. -en, f., relation,
respect
bezieh'ungsweise, or, as the case
may be; respectively
Bezug', Pl. -e, m., reference; **in**
bezug auf, with respect to, with
regard to, in relation to; **Bezug**
haben auf . . . , to have refer-
ence, refer, relate to
bezw.=bezie'hungsweise
Bie'gung, Pl. -en, f., bending
bie'ten, Str. II., to offer, present,
afford
Bild, Pl. -er, n., picture, image
bill'den, W., to form (tr.); **sich bilden**,
to form (intr.), be formed
Bil'dung, Pl. -en, f., formation
bin'den (an), Str. III., to bind (to);
gebunden (p.p.), combined
bis (acc.), to, until; **8 bis 10**, 8 to 10;
bis in (acc.), right into; **bis jetzt**,
hitherto; **bis unter** (acc.), to
below, to under; **bis zu** (dat.),
up to
bis (conj.), until
bisher', hitherto
Bis'marckbraun', n., Bismarck
brown
Bit'terman'delöl', n., oil of bitter
almonds
blank, bright, clear, clean, polished
bla'sen, Str. VII., to blow
blass, pale
Blätt'chen, Pl. -, n., lamina, plate
blau, blue
Blau, n., blue (colour)
bläu'en, W., to make blue, turn blue
bläu'lich, bluish
Blau'öl, n., blue oil
blei'ben, Str. I., to remain; **bestehen**
bleiben, to remain existing, con-
tinue to exist; **erhalten** (p.p.)
bleiben, to be preserved
Blei'klotz, Pl. -e, m., block of lead
Blei'superoxyd', Pl. -e, n., lead
peroxide, lead dioxide, PbO₂
bloss, mere(ly)
Blü'te, Pl. -n, f., bloom, time of
flowering
Bo'den, -, m., bottom, floor

Bolome'ter, Pl. -, m. *or* n., bolometer
 (= actinic or thermic balance)
bota'nisch, botanical
brach'te, past tense of **bringen**
brauch'bar, serviceable
Brauch'barkeit, f., usefulness
brau'chen, W., to need, use
bre'chen, Str. IV., to break; **gebroschene Krystallisation'**, fractional crystallisation
Bre'chungsexponent', Pl. -en, m., index of refraction
Brei'te, Pl. -n, f., breadth
Bren'ner, Pl. -, m., burner
Brenn'linie, Pl. -n, f., caustic line, caustic curve
Brenn'öl, Pl. -e, n., burning-oil, lamp-oil
brin'gen, Irr. W., to bring, introduce; **in den Handel bringen**, to put on the market; **in Vorschlag bringen**, to propose; **mit sich bringen**, to bring about, cause; **zur Durchführung bringen**, to carry out, develop
Bromid', Pl. -e, n., bromide
Bruch'teil, Pl. -e, m., fraction
Brü'cke, Pl. -n, f., bridge
Buch'stabe, Pl. -n, letter of the alphabet; **grosser Buchstabe**, capital letter
Bün'del, Pl. -, n., bundle; pencil, cone, beam (of rays)
Bun'senbren'ner, Pl. -, m., Bunsen burner
Bun'senscher Bren'ner, m., Bunsen burner
Bureau', Pl. -s or -x, n., office
But'ter, f., butter
But'tergelb, n., butter yellow
bz., bzw. = **beziehungsweise**

ca. = Latin *cir'ca*, about
cal. = **Calorie'**(n), f., calorie(s)
ccm. = **Cubic'centimeter** (**Kubik'zentimeter**), Pl. -, n. *or* m., cubic centimetre(s)
Centime'ter, Pl. -, n. *or* m., centimetre
Centralbl. = **Central'blatt**, Pl. "er, n., "central sheet," "central journal," "central organ" (name of periodical)
Cer'erde, f., cerium oxide

cf. = Latin *confer*, compare
Chamä'leon, Pl. -s or -e, n., (mineral) chameleon, potassium manganate
Chamot'te (**Schämot'te**), f., fire-clay
Charak'ter, Pl. **Charakte're**, m., character
Charakteris'tik, Pl. -en, f., characteristic
charakteris'tisch, characteristic
Chem. = **Chemie**
chem. = **chemisch**
Chemie', f., chemistry
che'misch, chemical(ly)
Chinolin'farbstoff, Pl. -e, m., quinoline dye
Chlor'cal'ciumröhre, Pl. -n, f., calcium chloride tube
Chlor'gehalt, m., chlorine-content, amount of chlorine contained
Chlorid', Pl. -e, n., chloride
chlor'sauer, chloric; **chlorsaures Kalium**, potassium chlorate
Chlor'stick'stoff, Pl. -e, m., nitrogen chloride
chroma'tisch, chromatic
Chrysoidin', n., chrysoidine
Cl. = **Claus** (man's Christian name)
cm. = **Centime'ter** (**Zentime'ter**), Pl. -, n. *or* m., centimetre(s)
coagulie'ren, W., to coagulate
colloid' (adj.), colloid, colloidal
Colloid', Pl. -e, n., colloid
colossal' (**kolossal'**), colossal, tremendous
Concentration', Pl. -en, f., concentration
concentrirt' (**Konzentriert**), concentrated
constant', constant
Cubic'centimeter, Pl. -, n. *or* m., cubic centimetre
Cyan'verbindung, Pl. -en, f., cyanogen compound
Cyan'wasserstoff, m., hydrogen cyanide, hydrocyanic acid, prussic acid
Cylin'der, Pl. -, m., cylinder

d. = 1. **der, die, das, den, des, dem** ;
 2. **deutsch**
da (adv.), there, then
da (conj.), as, since

dabel', at the same time, in the course of this, in doing so, in this connexion
dadurch', thereby; see p. 71 and Gr. § 67
dafür', for this, for it; **dafür, dass** . . . , for, of + verbal in *-ing*; for (the fact) that . . .
dage'gen, on the other hand
daher', therefore, hence; **daher** . . . **dass**, from (the fact) that . . .
da'liegen, Str. V., to lie (there, in a certain place)
damit', therewith, at the same time, with (this, these, etc.)
Dampf, Pl. **“e**, vapour
Dampf'maschi'ne, Pl. **-n**, f., steam engine
Dämp'fung, Pl. **-en**, f., damping
Dämp'fungszu'stand, Pl. **“e**, m., state of damping, damping conditions
danach', accordingly
dane'ben, beside (this, etc.), along with (these, etc.), side by side with (these, etc.)
dann, then
daran', thereon, etc.; see p. 71
darauf', upon it, thereafter, to it; **darauf, . . . zu beschreiben**, to describing; **darauf, dass** . . . , to (the fact) that . . .
darauf'legen, W., to lay upon (it, them, etc.), superimpose; **die daraufgelegten Metallscheiben**, the metal plates laid upon them, the superimposed metal plates
daraus', therefrom, from this
darf, may; see **dürfen**
darin', therein; see p. 71
dar'stellen, W., to prepare, manufacture; constitute; represent; exhibit, show
Dar'stellung, Pl. **-en**, f., production, (method of) preparation; statement, description, account
darü'ber, thereover, over (it, them, etc.); concerning this; **darüber** . . . **dass**, concerning (the fact) that . . . ; **darüber** . . . **ob**, on (the question) whether . . .
darum', therefore, accordingly; **auch darum**, also on that account, all the more

darum', therefore
darun'ter, among (them); thereunder, under (it, etc.)
dass (conj.), that
Da'ta, Da'ten (Pl. of **Datum**, n.), data
Dau'er, f., duration; **von Dauer**, permanent
dau'ern, W., to last, endure; **lange dauern, bis** . . . to take a long time to . . . ; to be a long time before . . .
dau'ernd, lasting; (adv.) lastingly, permanently, continuously
davon', thereof, of this; therefrom, from (it, them, etc.); thereby, by it; **davon** . . . **dass, davon** . . . **ob, davon** . . . **welche**, see p. 71
davor', before it, of it; see p. 71
dazu', thereto, for (this, etc.); moreover; **dazu** + infin. = to + verbal in *-ing*
De'ckel, Pl. **-n**, m., lid
de'cken, W., to cover
definie'ren, W., to define
Definition', Pl. **-en**, f., definition
demnach', therefore, accordingly
dem'zufol'ge, consequently, accordingly
den'ken (an), Irr. W., to think (of); **gedacht**, just mentioned
den'ken (sich), Irr. W., to imagine, assume
Denk'schrift, Pl. **-en**, f., memoir
denn (conj.), for
den'noch, nevertheless
Depolarisation', Pl. **-en**, f., depolarisation
depolarisie'ren, W., to depolarise
der, i. the; ii. (rel.) who, which, that; iii. (dem.) he, this, that
der'art, in such a way, in such fashion; so, in this way, thus; of such kind, such; **derart, dass** . . . in as far as
der'artig, of that kind, of such kind, such
dergl. = derglei'chen (uninflected pro. and adj.), similar, similar things; the like, such, something of that kind
derje'nige, Gr. § 73, that (dem.)
dersel'be, Gr. § 73, the same; he, she, it

desgl. = **desglei'chen**, also, similarly,
 likewise, in the same way
des'halb, for that reason
des'sen, whose, of which (gen. sg. m.
 and n. of **der**, dem. and rel.)
destillie'ren, W., to distil
des'to, so much; **je . . . desto**,
 the . . . the
deswe'gen, therefore, accordingly
Detonation', Pl. -en, f., detonation
detonie'ren, W., to detonate
deut'lich, clear(ly)
deutsch, German; (adv.) in German
Deutsch'land, n., Germany
dgl. = **derglei'chen**, things of that
 sort
d. h. = **das heisst**, that is, that is to
 say, *i.e.*
Diagramm', Pl. -e, n., diagram
Dialy'se, Pl. -n, f., dialysis
diamagne'tisch, diamagnetic
dicht, dense; **dicht an**, close to
Dich'te, Pl. -n, f., density
dick, thick
Di'cke, Pl. -n, f., thickness, depth
Di'ckursby, name of a place
Dielek'trikum, n., dielectric, dielectric
 medium
Dielektrizitäts'konstan'te, Pl. -n,
 f., dielectric constant
die'nen (dat.), W., to serve, be of use
 (to), benefit, promote; **die zur**
Registrierung dienende Hilfs-
mittel, the means that serve (the
 purpose of) registration
dies, this
die'ser, this; the latter
Differenz', Pl. -en, f., difference;
aus Differenz, by difference, by
 subtraction
diffundie'ren, W., to diffuse
Diffusion', Pl. -en, f., diffusion
Diffusion'sversuch, Pl. -e, m., ex-
 periment on diffusion
Dimension', Pl. -en, f., dimension
Dioxyanthrachinon', n., dioxyan-
 thraquinone
direkt', direct(ly), immediately
diskutie'ren, W., to discuss
dispergie'ren, W., to disperse
Dispersion', Pl. -en, f., dispersion
Dissoziation', Pl. -en, f., dissocia-
 tion
dissozile'ren, W., to dissociate

divergie'ren, W., to diverge; **diver-**
gierend (pr.p.), divergent
doch, yet, indeed, nevertheless, but,
 after all; *with inverted word-*
order, for emphasis, "indeed"
dop'pelt, double; **mit dem doppel-**
ten Quantum, with double the
 quantity
Drach'ma (= **Drachme**), Pl. **Drach-**
men, f., drachm
Draht, Pl. -e, m., wire
Draht'querschnitt, Pl. -e, m., cross-
 section of (the) wire
Draht'sorte, Pl. -n, f., kind of wire
Dreh'spulingalvanome'ter, Pl. -, n.,
 coil galvanometer
Dreh'ung, Pl. -en, f., rotation
drei, three
drei'fach, threefold, triple; **das drei-**
fache Volumen Alkohol, treble
 the volume of alcohol
drin'gen, Str. III., to penetrate
drin'gend (pr.p. as adv.), pressingly,
 urgently
drit'te, third
Druck, Pl. -e, m., pressure
Druck'änderung, Pl. -en, f., change
 of pressure
dru'cken, W., to print
Druck'reduktion', Pl. -en, f., pres-
 sure reduction
Druck'wirkungsgesetz', Pl. -e, n.,
 law of pressure-effect
dun'kel, dark; **im Dunkeln**, in the
 dark
Dun'kelkammer, Pl. -n., f., dark
 room
dünn, thin, fine
durch (acc.), by means of, through, by
durchaus', thoroughly, decidedly, cer-
 tainly, entirely
durchdring'en, Str. III., to penetrate;
durchdringend, penetrating;
 comparative **durchdringender**
Durchdring'ungsfäh'igkeit, Pl. -en,
 f., penetrating power, penetrative
 capacity
durch'führen, W., to carry out
Durch'führung, Pl. -en, f., carrying
 out, execution
Durch'gang, Pl. -e, m., passage
durch'gehen, Irr. Str., to go through,
 pass through
durch'gehends, throughout

durch'lässig, permeable
Durch'lässigkeit, f., perviousness, permeability
durch'leiten, W., to conduct through
durchsetz'en, W., intersperse, impregnate, saturate, penetrate
durch'sichtig, transparent
Durch'sichtigkeit, f., transparency
durchstrahl'en, to radiate through, to permeate (with rays)
durchstrei'chen, Str. I., to pass through
dür'fen, Anom., may, to be allowed; *potential (past) subj. for modest assertion*, "to be likely": **es dürfte lange Zeit erfordern**, it will probably take (require) a long time; **sein dürfte**, should be; **dürfte sich erklären**, should be explainable (would probably be explainable)
dyna'misch, dynamic

e'ben (adj.), flat, plane
e'ben (adv.), just, just now
E'bene, Pl. -n, f., plane
e'benfalls, likewise
e'benso, in the same way
e'bensoviel . . . als, as much . . . as

Ebonit'stab, Pl. "e, m., stick of ebonite

Echt'heit, f., colour fastness, durability, quality (lit. "genuineness")

Effekt', Pl. -e, m.

eh'e (conj.), before

Eh'epaar, Pl. -e, n., married couple; **das Ehepaar Curie**, M. and Mme. Curie

eh'er, rather

ei'chen (= alchen), to gauge, adjust to a standard, standardise; **eine geeichte Stimmgabel**, standard tuning-fork

ei'gen (adj.), own; **ein eigenes Spektrum**, a spectrum of its own; (dat.) **dem Wasser eigen**, peculiar to water, possessed by water

ei'gens, specially, expressly

Ei'genschaft, Pl. -en, f., property

ei'gentlich, real, proper

ei'gentüm'lich, peculiar, characteristic

ei'gnet (sich), W., to be suitable; **geeignet**, suitable

ein, a, one; **der eine . . . der andere**, the one . . . the other

einan'der, each other, one another

ein'bürgern (sich), W., to establish oneself [as a citizen]

ein'büssen, W., to forfeit, lose

Ein'dringen, n., penetration

Ein'druck, Pl. "e, m., impression

ein'drücken (in) (acc.), W., to press or thrust (in, into)

ei'ner (pro.), one

ei'nerseits, on the one side, on the one hand

ei'nes (pro., n. sg.), one

ei'nestells, on the one hand

ein'fach, simple

Ein'fachheit, Pl. -en, f., simplicity

ein'fallend (pr.p.), incident

ein'fließen, Str. II., to flow in

Ein'fluss, Pl. "e, m., influence

ein'führen, W., to introduce

ein'füllen, W., to fill (in), pour in

ein'gehen (auf), Irr. Str., to enter (into), discuss; to be impaired, drop

ein'gehend (pr.p.), thorough(ly)

ein'halten, Str. VII., to adhere to, observe (instructions, conditions)

Ein'haltung, Pl. -en, f., observance
ei'nig, some; **nach einiger Zeit**, after some time

ei'nigermassen, to some extent fairly

ein'klemmen, W., to fix, fasten

Ein'kochen, n., boiling (down)

ein'legen, W., to put in

ein'leiten, W., to introduce, bring about

Ein'leitung, Pl. -en, f., introduction

Ein'löten, n., soldering (in)

ein'mal, once; **auf einmal**, at once, in one operation, instantly, at one time; **nicht einmal**, not even

ein'mauern, W., to build in, brick in, enclose

ein'nehmen, Str. IV., to occupy

Ein'nieten, n., riveting (in)

ein'prozen'tig (adj.), one-per-cent

Ein'regulie'rung, Pl. -en, f., regulation, adjustment

Ein'richtung, Pl. -en, f., equipment, fitting up; arrangement, device

ein'schalten, W., to interpolate, insert
ein'schieben, Str. II., to push in, slide in, insert, introduce
Ein'schlussthermome'ter, Pl. -, n., thermometer with enclosed scale
Ein'schränkung, Pl. -en, f., limitation, restriction
ein'setzen, W., to appoint (a committee)
ein'stellen, W., to put in, insert; stop, cease (tr.)
ein'stellen (sich), W., to appear, take place, set in, ensure, result
ein'tägig, lasting one day
ein'tauchen, W., to plunge
ein'tellen, W., to divide (classify)
Ein'teilung, Pl. -en, f., division, classification
ein'tragen, Str. VI., to introduce, bring
ein'treten, Str. V., to enter, commence, occur; **eintreten für**, to champion, advocate
ein'wand(s)frei, free from objection, unimpeachable
ein'wirken (auf), W., to act (on)
Ein'wirkung, Pl. -en, f., action, effect
Ein'zelheit, Pl. -en, f., detail
ein'zeln, individual, single; **im Einzelnen**, in detail
ein'zig, single, only
Ei'sen, Pl. -, n., iron
Ei'senblech, n., sheet iron, iron plate
Ei'sencylin'der, Pl. -, m., iron cylinder
Ei'sendreh'span, Pl. -e, m., iron turnings
Ei'senhydroxyd', n., ferric hydrate
Ei'senkarbid', n., iron carbide
Ei'senmasse, Pl. -n, f., mass of iron
Ei'senoxyd', Pl. -e, n., oxide of iron
Ei'senrohr, Pl. -e, n., iron tube
Ei'senscheibe, Pl. -n, f., iron plate (disk, slip)
ei'sern, made of iron
Eis'wasser, n., ice-water
Elastizität', Pl. -en, f., elasticity
Elektr. = **Elektro'nik**, f., electronics
elektr. = **elektrisch**
Elek'tralack, Pl. -e, m., "electralac" (trade name)
elek'trisch, electric
elektrisie'ren, W., to electrify
Elektrizität', f., electricity

Elektrizitäts'leitung, f., conduction of electricity
Elektro'de, Pl. -n, f., electrode
elektro'denlos, electrode-less, without electrodes
elektrolysie'ren, W., to electrolyse
Elektrolyt', Pl. -e, m., electrolyte
elektroly'tisch, electrolytic(ally)
Elektromagnet', Pl. -en or -e, m., electromagnet
elektromoto'risch, electromotive
Elektrotechn. = **Elektrotech'nik**
elektrotechn. = **elektrotech'nisch**
Elektrotech'nik, f., electro-technology, electrical engineering
elektrotech'nisch, electrotechnical
Element', Pl. -e, n., element
elementar', elementary
Elemen'tenzahl, Pl. -en, f., number of elements
ellip'tisch, elliptical
Emanation', Pl. -en, f., emanation
empfeh'len, Str. IV., to recommend; **sich empfehlen**, to be advisable
empfin'den, Str. III., to feel
empfind'lich (für, gegen), sensitive (to, towards)
Empfind'lichkeit, Pl. -en, f., sensitiveness, delicacy
Empirie', f., empiricism, reliance on rule of thumb
En'de, Gen. sg. -s, Pl. -n, (Gr. § 35), end
end'lich, lastly
end'los, endlessly
Energie', Pl. -n, f., energy
Energie'aus'strahlung, Pl. -en, f., radiation of energy
Energie'entwick'lung, Pl. -en, f., development of energy
Energie'menge, Pl. -n, f., quantity (amount) of energy
ener'gisch, energetically
eng, narrow, closely
En'gland, n., England
en'glisch, English
entde'cken, W., to discover
entfal'len (auf), Str. VII., to fall (to the share of), be devoted (to)
entfär'ben, W., to discolour, bleach
entfer'nen, W., to remove; **sich entfernen**, to remove oneself, be distant
Entfer'nen, n., removal

entfernt', distant
Entfer'nung, Pl. -en, f., distance
entge'gengesetzt (p.p. of **entgegen-
setzen**), opposite; (adv.) oppo-
sitely, in opposition
entge'gensetzen, W., to oppose, con-
trast
entge'genstehen (dat.), Irr. Str., to
be an obstacle, be opposed (to),
stand in the way (of)
entge'genwirken (dat.), W., to
counteract
entge'hen (dat.), Irr. Str., to escape
(a person)
enthal'ten, Str. VII., to contain
Entla'dung, Pl. -en, f., discharge
Entla'dungsserschei'nung, Pl. -en,
f., discharge phenomenon
entleuch'ten, W., to deprive of
luminosity
Entmi'schung, Pl. -en, f., separation,
disintegration (of a mixture)
entschei'dend, decisive
entsen'den, Irr. W., to send out, emit
entspre'chen (dat.), Str. IV., to
correspond (to); **sich ent-
sprechen**, to correspond
entspre'chend, corresponding(ly)
entstan'den (p.p. of **entsteh'en**),
formed, produced
entsteh'en, Irr. Str., to appear, arise,
be formed
Entsteh'ung, Pl. -en, f., formation,
production, origin
entwe'der . . . o'der, either . . .
or
entwei'chen, Str. I., to escape
entwi'ckeln, W., to develop (tr.)
entwi'ckeln (sich), W., to develop
(intr.)
Entwi'ck(e)lung, Pl. -en, f., develop-
ment
entzie'hen, Str. II., to withdraw,
take away from; **sich entziehen**
(dat.), to evade
Eosin', n., eosin
Erd'alkaligrup'pe, Pl. -n, f., group
of (metals of the) alkaline earths,
alkaline earth group
Er'de, Pl. -n, f., earth
erd'magne'tisch, terrestrial magnetic
erfah'ren, Str. VI., to experience,
undergo
erfah'ren (p.p.), experienced

Erfah'ung, Pl. -en, f., experience;
Erfahrung machen, to have
experience
erfah'ungsmässig, according to ex-
perience, usually
Erfin'dung, Pl. -en, f., invention,
discovery
Erfolg', Pl. -e, m., success
erfol'gen, W., to take place (con-
jugated with **sein**)
erfor'derlich (zu), requisite, neces-
sary, required (for); **das Erfor-
derliche**, that which is required
erfor'dern, W., to require, demand
Erfor'dernis, Pl. -nisse, n., exigency,
desideratum, requirement
Erfor'schung, Pl. -en, f., investi-
gation, study
erfüll'en, W., to fill
Erg, Pl. -s, n., erg
erge'ben, Str. V., to yield, give
erge'ben (sich), Str. V., to follow,
appear, turn out, come out
Ergeb'nis, Pl. -se, n., result
erhal'ten, Str. VII., to obtain, receive;
sich selbst erhaltend, self-
supporting; **erhalten** (p.p.), pre-
served, unchanged, maintained;
erhalten bleibt, is preserved (or
erhalten need not be translated)
Erhal'tung, f., preservation; **Erhal-
tung der Kraft (Energie)**, con-
servation of energy
erheb'lich, considerable
erhel'len (sich), W., to light up, be-
come bright
erhit'zen, W., to heat
Erhit'zen, n., heating
erhö'h'en, W., to raise, increase
Erhö'h'ung, Pl. -en, f., raising, rise,
increase
erin'nern (sich) (an), W., to remem-
ber; **es sei daran erinnert**, let
me remind you of
erkenn'bar, recognisable, perceptible
erken'nen (an), W., to perceive,
recognise (by); **erkennen lassen**,
to cause to perceive, reveal; **sich
erkennen lassen**, to be recog-
nisable
Erkennt'nis, Pl. -se, f., knowledge
erklä'ren, W., to explain
erklä'ren (sich), W., to explain itself,
be explainable

Erklä' rung, Pl. -en, f., explanation
Erklä' rungsversuch', Pl. -e, m., attempt at (an) explanation
Erklä' rungswei' se, Pl. -n, f., (mode of) explanation
erlan' gen, W., to attain, obtain, acquire
erlau' ben, W., to allow
erle' digen, W., to dispose of, execute, do, perform
erlei' den, Str. I., to undergo
erlischt', 3rd sg. of **erlö' schen**, Str. II., to become extinguished, go out
ermit' teln, W., to find out, discover, determine
ermög' lichen, W., to make possible
Eröff' nungsfunke, Gen.sg. -**funkens**, Pl. -n (Gr. § 37), m., opening spark, initial spark
erör' tern, W., to discuss
erpro' ben, W., to try, prove, test
erre' gen, W., to excite
errei' chen, W., to attain, accomplish
Errich' tung, Pl. -en, f., erection, setting up, establishment, foundation
erschei' nen, Str. I., to appear
Erschei' nung, Pl. -en, f., phenomenon
erschöp' fen, W., to exhaust
Erschüt' tern, n., shaking
Erschüt' terung, Pl. -en, f., shake, concussion, shaking
erset' zen, W., to replace
erst, first; **deren erste**, the first of which; (adv.) first, only; **erst später**, not till later
Erstar' ren, n., congelation, solidifying, solidification
Erstar' rungserschei' nung, Pl. -en, f., phenomenon of solidification
Erstau' nen, n., astonishment
er' stens, in the first place
er' stere (comparative of **erst**), former; **das Erstere, ersteres**, the former
erstre' cken (sich), to extend
ertei' len (dat.), W., to communicate, impart
Erwä' gung, Pl. -en, f., (mental) weighing, consideration
erwäh' nen, W., to mention
Erwäh' nung, Pl. -en, f., mention

erwär' men, W., to heat; **sich erwärmen (für)**, to become warm, get enthusiastic (about)
Erwär' men, n., heating
erwar' ten, W., to expect; **die zu erwartende Fläche**, the surface to be expected, the expected surface
erwei' chen, W., to become soft
Erwei' chungsgrad, Pl. -e, m., degree of softening, stage of softening
Erwei' chungstemperatur', Pl. -en, f., softening temperature, temperature at which (it) becomes malleable
erwei' sen (sich) (als), Str. I., to prove (to be)
erwei' tern, W., to extend, enlarge
erzeu' gen, W., to generate, produce
erzie' len, W., to attain, obtain
Erzie' lung, f., attainment
es, it; (*anticipatory of real subject*)
es folgen die Kapitel, there follow the chapters; **es ist der Versuch gemacht worden**, the attempt has been made
etc. (Latin) **et cetera** = **u.s.w.**
et' wa, about, "say," for example
et' was (pro.), something, anything
et' was (adv.), somewhat
Euro' pa, n., Europe
ev. = **eventuell'**
evakuiert' (p.p. of **evakuie' ren**), evacuated, emptied, exhausted
eventuell', in case of need, possibly, if necessary, if suitable
E' wigkeit, Pl. -en, f., eternity
exakt', exact
Exemplar', Pl. -e, n., copy, specimen
Existenz', Pl. -en, f., existence
existie' ren, W., to exist
Experiment', Pl. -e, n., experiment
Experimental' chemie', f., experimental chemistry
experimentell', experimental(ly)
experimentie' ren, W., to experiment
explodie' ren, W., to explode
Explosion', Pl. -en, f., explosion
Expositions' zeit, Pl. -en, f., (time of) exposure
Exsicca' tor, Gen.sg. -s, Pl. -**cato' ren** (Gr. § 35), desiccator

f. = 1. **für**, for; 2. **fol' gende**, and following (page)

- Fäh'igkeit**, Pl. -en, f., ability, capacity, power
Fall, Pl. -e, m., case
fal'len, Str. VII., to fall
fäl'len, W., to fell
Fäl'lung, Pl. -en, f., precipitation
Fäl'lungsmittel, Pl. -, n., precipitant, precipitating agent
falsch, wrongly
Far'be, Pl. -n, f., colour
fär'ben, W., to colour
Far'benumschlag, Pl. -e, m., (sudden) change of colour
far'big, coloured
Farb'stoff, Pl. -e, m., dye
Fär'bung, Pl. -en, f., coloration, tinge
fa'serig, thread-like, fibrous
Fas'sung, Pl. -en, f., drawing-up, framing, formulation = arrangement; mounting (of incandescent lamp)
fast, almost
feh'len, W., to be wanting; (dat.) **welchen diese Fähigkeit fehlt**, to which this capacity is lacking (= which are lacking in this capacity)
Feh'ler, Pl. -, m., fault, mistake, error
Feh'lergrenze, Pl. -n, f., limit of error
fein, fine (ly), delicate (ly)
Feld, Pl. -er, n., field
Feld'richtung, Pl. -en, f., direction of the (magnetic) field
fer'ner, further, moreover
fer'tig, ready, finished
fest'halten, Str. VII., to hold fast, retain, fix
Fes'tigkeit, f., tenacity, strength
fest'legen, W., to lay (foundations) firmly, determine
fest'stehend, fixed
fest'stellen, W., to determine, fix, ascertain, establish
Fest'stellung, Pl. -en, f., establishment, determination
Feu'er, Pl. -, n., fire
Feu'erschei'nung, Pl. -en, f., fire-phenomenon, conflagration, blaze
ff. = fol'gende [Seiten], and following (pages)
Fil'ter, Pl. -, m., filter
Finanz'ministe'rium, Pl. -rien, n., ministry of finance, Treasury
fin'den, Str. III., to find
fin'den (sich), Str. III., to be found, occur, be
Fin'ger, Pl. -, m., finger
Fin'sternis, Pl. -nisse, f., darkness
flach, flat; **mit der flachen Hand**, with the palm of the hand
Flä'che, Pl. -n, f., surface
Flam'me, Pl. -n, f., flame
Fleck, Pl. -e, m., spot, patch
fluoreszie'ren, W., to be fluorescent
Fluoreszenz'fleck, Pl. -e, m., patch of fluorescence
flüs'sig, liquid
Flüs'sigkeit, Pl. -en, f., liquid
Flüs'sigkeitsverschluss, Pl. -e, m., liquid seal, water-seal, water-trap
Flüs'sigwerden, n., becoming liquid, melting
Fol'ge, Pl. -n, f., result, consequence; **in Folge** (gen.), in consequence (of)
fol'gen (dat. or auf), W., to follow (after); (dat., and **haben** as auxiliary), to obey
fol'gend, (the) following; **im Folgenden**, **im folgenden**, in the following article (paper, pages, book, etc.); **in folgendem**, in the following (particulars)
fol'genderma'ssen, as follows
Fol'gerung, Pl. -en, f., conclusion, inference
For'derung, Pl. -en, f., demand, requirement
Form, Pl. -en, f., form
Form'aldehyd, Pl. -e, n., formaldehyde
for'men, W., to shape
Form'gebung, f., form-giving, shaping, fashioning
Formu'lung, Pl. -en, f., formulation
For'scher, Pl. -, m., investigator
For'schung, Pl. -en, f., research, investigation, investigators
fort'fallen, Str. VII., (*conjugated with sein*), to drop out, be omitted, discontinued
fort'pflanzen, W., to propagate
Fort'pflanzungsgeschwin'digkeit, Pl. -en, f., velocity of propagation
fort'schreiten, Str. I., to go forward, advance, proceed

- Fort'schreiten**, n., advance
Fra'ge, Pl. -n, f., question
frag'lich (adj.), in question
franzö'sisch, French; **das Französische**, (the) French (language)
frei, free(ly), open
frei'lich, certainly, of course
freiwillig, voluntary, automatic
fremd, foreign, external, outside
Frequenz', Pl. -en, f., frequency
Freu'de, Pl. -n, f., joy, pleasure
frisch, fresh(ly)
Front, Pl. -en, f., front; **Front machen gegen**, to make front against, oppose
früh'er (adj.) earlier, previous, former; (adv.) formerly
Früh'ling, Pl. -e, m., spring
Fuchsin', n., fuchsin
Fühl'ung, Pl. -en, f., feeling; **ohne Fühlung mit**, out of touch with
füh'ren, W., to lead, conduct; **den Namen . . . führen**, to bear the name . . .
fül'len, W., to fill
Fül'lung, Pl. -en, f., filling
fundamental', fundamental
Fun'ke, Gen. sg. -ns, Pl. -n (Gr. § 37), m., spark
Fun'kenpotential', Pl. -e, n., spark potential
Funktion', Pl. -en, f., function
funktionell', functional
Funktionie'ren, n., functioning, working
für (acc.), for; **für sich**, (in) itself
Fuss, Pl. -e, m., foot

g. = Gramm, gramme(s)
gallert'artig, jelly-like, gelatinous
Galva'nome'ter, Pl. -, n., galvanometer
Galvanome'terwiderstand, Pl. -e, m., resistance of the galvanometer
ganz (adj.), whole; **im ganzen**, altogether
ganz (adv.), quite, altogether, exactly
gänz'lich, entirely
gar, quite; **gar nicht**, not at all; **gar zu selten**, all too rarely
Gar'ten, Pl. -, m., garden
Gas, Pl. -e, n., gas
Gas'behäl'ter, Pl. -, m., gas holder, gasometer

Gas'druck, Pl. -e, m., pressure of (the) gas
Gas'feuerung, f., gas firing, gas heating
Gas'flamme, Pl. -n, f., gas flame
gas'förmig, gaseous; (adv.) in gaseous form
Gas'menge, Pl. -n, f., quantity of gas, volume of gas
Gas'molekül', Pl. -e, n., gas molecule
Gasolin', n., gasolene
Gasome'ter, Pl. -, m., gasometer
Gas'rei'nigungsma'sse, Pl. -n, f., gas purification mass, "sponge"
Gasvolu'men, Pl. -volu'mina, n., volume of a gas, gas volume
geb. = gebunden, bound
ge'ben, Str. V., to give, present
Gebiet', Pl. -e, n., sphere, domain, field, department
gebie'ten (über), Str. II., to command, have command (over), have at one's disposal
Geblä'sedruck, Pl. -e, m., blowing-pressure, blast
Gebrauch', Pl. -e, m., use
gebrau'chen, W., to use
gebräuch'lich, usual, customary, ordinary
gedacht' (p.p. of **denken**, Irr. W.), thought of, (above-)mentioned, aforesaid
gedackt' (variant of **gedeckt**, p.p. of **decken**, W.), covered, stopped with a lid, closed
Gedan'ke, Gen. sg. -ns, Pl. -n (Gr. § 37), m., thought
Gedan'kengang, Pl. -e, m., line of thought, train of thought
gedrängt' (p.p. of **drän'gen**), compressed, concise
geeig'net (p.p. of **eig'nen**), suitable
Gefäß', Pl. -e, n., vessel
Gefrier'punktsän'derung, Pl. -en, f., change of freezing point
Gefrier'punktsernie'drigung, Pl. -en, f., lowering of the freezing point
ge'gen (acc.), against, towards, in comparison with; **thermoelektrische Kräfte gegen Platin**, thermoelectric forces (measured) against platinum

Ge'gendruck, Pl. -e, m., counter-pressure, resistance
Ge'gensatz, Pl. -e, m., opposition, contrast
ge'genseitig, mutual, reciprocal; (adv.) mutually, "both of them," reciprocally
Ge'gegenstand, Pl. -e, m., object
gegenü'ber (dat.) (*sometimes stands after its case*), opposite, in presence of, in comparison with
gegenü'berstehen (dat.), Irr. Str., to stand opposite
Ge'gegenwart, f., presence, the present; **bei Gegenwart von**, in the presence of
ge'gegenwärtig, at present
Gehalt', Pl. -e, m., content(s), proportion, amount
geh'en, Irr. Str., to go; **vor sich gehen**, to occur, take place, go on
Gehör', Pl. -e, n., hearing, ear
gehö'ren (zu), W., to belong (to), be among
gela'ng, past tense of **gelingen**
gela'ngen (zu), W., to arrive (at), reach; **zur Verwendung gela'ngen**, be employed, used
gelati'near'tig, gelatine-like, gelatinous
gelb, yellow
Gelb'färben, n., colouring yellow
gelb'lich, yellowish
Gele'genheit, Pl. -en, f., opportunity, occasion
gele'gentlich, occasionally
Gelehr'te (der **Gelehrte**, ein **Gelehrter**), Pl. -n, m., learned man, man of learning or science, savant, scientist, scientific man
geli'n'gen (dat.), Str. III., Impers., to succeed
Gel'tung, f., value, import, importance, consideration
gemäss' (gen.) (*sometimes stands after its case*), according to, proportionally to, in accordance with; **der grösseren** . . .
gemäss, in conformity (conformably) with the greater . . .
gemein', (in) common
gemein'sam, common, joint
gemein'schaftlich, (shared in) common, joint(ly)

Gemen'ge, Pl. -, n., mixture
Gemisch', Pl. -e, n., mixture
genannt' (p.p. of **nennen**, Irr. W.), named, mentioned
genau', exact(ly), accurate(ly)
Genau'igkeit, Pl. -en, f., accuracy
geneigt' (p.p. of **neigen**, W.), inclined, oblique(ly), at an angle
genug', enough
Genü'ge, f., sufficiency; **zur Genü'ge**, sufficiently, satisfactorily
genü'gen, W., to be enough, suffice; (pr.p.) **genügend**, sufficient(ly)
Genug'tuung, f., satisfaction
Geolog', Pl. -en, m., geologist
gera'de, exactly, just, particularly, precisely
gerad'linig, straight-lined, rectilinear, rectilinear; (adv.) in straight lines
Gerät', Pl. -e, n., utensil, implement, instrument
gera'ten (in), Str. VII., to fall (into)
gering', small, slight
gesamt', whole, united, total
Gesamt'menge, Pl. -n, f., total amount
Gesamt'widerstand, Pl. -e, m., total resistance
gescheh'en, Str. V., to happen, take place, be done
Geschich'te, Pl. -n, f., history
geschicht'lich, historical
Geschwin'digkeit, Pl. -en, f., velocity, rapidity
Geschwin'digkeitsab'nahme, Pl. -n, f., decrease of velocity
Gesellsch. = Gesell'schaft, Pl. -en, f., society
Gesetz', Pl. -e, n., law
Gesichts'punkt, Pl. -e, m., point of view
Gestalt', Pl. -en, f., shape, form
gestal'ten, W., to shape, fashion, frame, devise
gestat'ten, W., to allow; **gestatten zu bestimmen**, allow of determining, allow us to determine
Gewalt', Pl. -en, f., violence, force
Gewe'be, Pl. -, n., woven fabric
gewerb'lich, industrial
gewe'sen (p.p. of **sein**), been
Gewicht', Pl. -e, n., weight
gewich'tig, important

gewichts'analy'tisch, gravimetric, quantitative
Gewichts'constanz' (Gewichtskonstanz), Pl. -en, f., constancy of weight, constant weight
Gewichts'verlust', Pl. -e, m., loss of weight
Gewichts'vermeh'rung, Pl. -en, f., increase of weight
Gewichts'vermin'derung, Pl. -en, f., reduction (decrease) of weight
gewin'nen, Str. IV., to obtain, get
Gewin'nung, Pl. -en, f., obtaining
gewiss', certain
gewis'serma'ssen, to a certain extent, in a certain measure, as it were, in a certain degree, so to speak
gewöhn'lich, ordinary, usual, everyday; (adv.) usually, as a rule
gie'ssen, Str. II., to pour, cast
Gie'ssen, n., casting
Gif'tigkeit, f., poisonousness
ging, past tense of **gehen**
glän'zend, brilliant
Glas, Pl. -er, n., glass
Glas'fluss, Pl. -e, m., glass flux
glas'hart, hard as glass, glass-hard
Glas'rohr, Pl. -e, n., glass tube
Glas'röhrchen, Pl. -, n., small glass tube
Glas'röhre, Pl. -n, f., glass tube
Glas'scheibe, Pl. -n, f., glass plate (disk, slip)
Glas'tech'nik, f., technology of glass
Glas'wand, Pl. -e, f., glass wall
Glas'wandung, Pl. -en, f., glass wall
gleich (adj.) (dat.), alike, equal (to), the same
gleich (adv.), at once
gleich'falls, likewise, also
gleich'förmig, uniformly
Gleich'gewicht, Pl. -e, n., equilibrium
Gleich'gewichtszu'stand, Pl. -e, m., state of equilibrium
gleich'gültig, indifferent, of no importance
gleich'mächtig (dat.), equal in force; eine der üblichen gleichmächtigen Charakteristik, a characteristic equal in validity (value) to the usual one (the one usually given)

gleich'mässig, uniform, regular; (adv.) uniformly
gleich'teilig, equally divided, equally distributed, homogeneous; (adv.) homogeneously
gleich'wertig, equivalent
gleich'zeitig (adj.), simultaneous; (adv.) at the same time
Glim'mer, m., mica
Glim'merplatte, Pl. -n, f., mica plate, plate of mica
glück'lich (adv.), happily
Glüh'birne, Pl. -n, f., incandescent lamp (pear-shaped: Birne = pear)
Glüh'en, n., glowing, redness; heating to redness
glüh'end, red-hot
Glüh'lampe, Pl. -n, f., incandescent lamp
Glüh'strumpf, Pl. -e, m., incandescent mantle
Glycerin', n., glycerin(e)
Gold, n., gold
Goldchlorid'chlor'wasserstoff, m., gold hydrochloride
Goldchlorid'lösung, Pl. -en, f., gold chloride solution
Gold'draht, Pl. -e, m., gold wire
Gold'flüssigkeit, Pl. -en, f., gold liquid
Gold'gehalt, Pl. -e, m., gold content, amount of gold contained
Gold'hydrosol', n., gold "hydrosol"
Gold'lösung, Pl. -en, f., gold solution
Gold'oxydul', Pl. -e, n., protoxide of gold, gold suboxide
Goldrubin'glas, Pl. -er, n., gold ruby glass
Grad, Pl. -e, m., degree
Gramm, Pl. -e or -en, n., gramme
Graphit', Pl. -e, m., graphite
grau, grey
Grau, n., grey (colour)
greif'bar, graspable, tangible
Gren'ze, Pl. -n, f., boundary, limit; eine untere Grenze, a lower limit, minimum limit
Grenz'fall, Pl. -e, m., borderline case, limit
grob (comparative gröber), coarse, rough
gross, large, great

Grö'sse, Pl. -n, f., quantity, magnitude, amount
 grö'sser (comparative of gross), greater, fairly large, considerable
 grün, green
 Grund, Pl. "e, m., reason, grounds;
 aus Gründen, for reasons; zu
 Grunde legen, to lay at the foundation, adopt as basis
 Grundbestand't(h)eil, Pl. -e, m., elementary constituent
 grün'den, W., to found
 Grund'gesetz, Pl. -e, n., fundamental law
 Grund'lage, Pl. -n, f., foundation, basis
 grund'legend, foundation-laying, fundamental, foundational, basic
 Grund'linie, Pl. -n, f., outline
 Grund'satz, Pl. "e, m., principle
 Grund'stoff, Pl. -e, m., element
 Grün'dung, Pl. -en, f., foundation
 Grup'pe, Pl. -n, f., group
 gruppie'ren, W., to group
 Gruppe'rung, Pl. -en, f., grouping
 gül'tig, valid, holding good, current
 gün'stig, favourable
 Guss'eisen, n., cast iron; pig iron
 Guss'stahl, m., cast steel
 gut (adj.), good; (adv.) well; zu gute kommen (dat.), to benefit, be of advantage (to), favour, assist
 Gut'achten, Pl. -, n., opinion, verdict, report

ha'ben, to have; haben . . . zu, to have to (= must)
 halb (adj., adv.), half; die halbe Zeit, half (of) the time
 Halb'-Präzision', f., semi-precision (semi-delicate)
 Halb' - Präzisions'thermome'ter, Pl. -, n., semi-precise (semi-delicate) thermometer
 Hälf'te, Pl. -n, f., half
 Hal'te, Pl. -n, f., hall
 Halogen', Pl. -e, n., halogen
 Haloid', Pl. -e, n., haloid (-salt)
 hal'ten, Str. VII., to hold, keep (tr.); sich halten, to keep (intr.), remain
 Häm'mern, n., hammering
 Hand, Pl. "e, f., hand

Han'del, m., commerce; in den Handel bringen, to put on the market
 han'deln (über), W., to treat (of), deal (with); sich handeln (um), Impers., to be a question of
 Hand'fläche, Pl. -n, f., palm (of the hand)
 hän'gen, Str. VII., to hang
 harmo'nisch, harmonic
 Harn'stoff, Pl. -e, m., urea
 hart, hard
 Här'te, f., hardness
 Här'tegrad, Pl. -e, m., degree of hardness
 Här'ten, n., hardening
 Här'tezu'stand, Pl. "e, m., state (degree, condition) of hardness
 Här'tung, Pl. -en, f., hardening
 häu'fig, often, frequently
 Haupt'bedingung, Pl. -en, f., main condition, essential
 Haupt'gas'leitung, Pl. -en, f., principal gas (conduit) pipe, gas main
 Haupt'grund'lage, Pl. -n, f., main foundation
 Haupt'gruppe, Pl. -n, f., main group
 Haupt'kreis, Pl. -e, m., main circuit
 Haupt'punkt, Pl. -e, m., main point
 haupt'sächlich, chiefly
 Haupt'satz, "e, m., fundamental principle, main theorem
 Haupt'strom'stärke, Pl. -n, f., strength of the main current
 Haupt'zweck, Pl. -e, m., main purpose
 häus'lich, domestic
 he'ben, Str. II., to remove
 hef'tig, violent
 hell'sam, wholesome, salutary, beneficial
 heiss, hot
 hei'ssen, Str. VII., to be called; das heisst, that is to say
 He'lium, n., helium
 He'liumspektrum, Pl. -spektra, n., spectrum of helium
 hell, light, bright(ly); im Hellen, in the light
 her, hither; in phrases like von aussen her need not be translated (p. 71, § 6)
 herab'drücken, W., to press down, reduce

heran'ziehen, Str. II., to draw on,
 "press into service
heraus'geben, Str. V., to publish
Heraus'geber, Pl. -, m., editor
heraus'nehmen, Str. IV., to take out
heraus'ragen, W., to project, pro-
 trude (intr.)
heraus'stellen (sich), W., to be
 proved, turn out
herbei'führen, to bring about, cause
her'leiten, W., to deduce
Herr, Gen. sg. -n, Pl. -en, m., Mr.
herr'schen, W., to rule, prevail
her'rühren (von), W., to come (from),
 originate (with), proceed (from),
 be due (to)
her'stellen, W., to produce, prepare,
 construct, establish; **sich her-**
stellen, to be set up
Her'stellung, Pl. -en, f., preparation,
 manufacture
herum'führen, W., to conduct round
hervor'bringen, Irr. W., to bring
 forth, cause
hervor'gehen (aus), Irr. Str., to
 proceed, result (as an inference),
 follow (from)
hervor'heben, Str. II., to emphasise,
 call special attention to
hervor'ragend, eminent
hervor'rufen, Str. VII., to call forth,
 produce
hervor'stehen, Irr. Str., to project,
 protrude
hervor'treten, Str. V., to step forth,
 emerge, appear; **hervortreten**
lassen, to cause to appear, bring
 out
heu'te, to-day
heu'tig, present (day), of to-day,
 modern
heut'zuta'ge, to-day
hier, here
hierauf', after this, to this; **hierauf**
zurückkommen, to return to this
 (subject)
hieraus', out of this, from this, hence
hierbei', in this (case, process, matter,
 etc.); in the course of (these, etc.),
 hereby; at the same time
hierdurch', hereby, by this (means),
 thus
hierge'gen, against this, on the con-
 trary

hierher', hither, to these (etc.)
hierin', herein, in this; **hierin** . . .
 dass, in the fact that . . .
hiermit', herewith, with this, thus
hiernach', according to this
hierü'ber, concerning this (these)
hiervon', of this
hierzu', for this (purpose)
Hil'fe, f., help
Hilfs'strom, Pl. -e, m., auxiliary
 current
Him'mel, Pl. -, m., sky
hin, thither; **zum** . . . **hin**, in the
 direction of (see p. 71, § 6)
hinab'reichen, W., to reach down,
 extend, stretch
hinaus'kommen (auf), Str. IV., to
 come (to), lead (to), end (in),
 result (in), amount (to), be
 tantamount (to)
Hin'dernis, Pl. -sse, n., obstacle
hindurch', throughout; **lange Zeit**
hindurch, throughout a long time,
 for a long period
hindurch'drücken, W., to press
 through
hindurch'lassen, Str. VII., to let
 through, allow to pass
hindurch'schicken, W., to send
 through
hindurch'treten, Str. V., to pass
 through
hinein'gelangen, W., to find one's
 way into
hing'e'gen, on the other hand
hinzu'fügen, W., to add
hin'sichtlich (gen.), with regard to
hintereinan'der, one after the other,
 consecutively
Hintereinan'derschäl'tung, Pl. -en,
 f., connexion one-after-the-other,
 consecutive connexion, series con-
 nexion, arrangement in a series
hin- und her'schwingen, Str. III., to
 vibrate to and fro
Hin'weis, Pl. -e, m., reference,
 pointing to; hint, indication
hin'weisen (auf), Str. I., to point (to)
Hinzu'glessen, n., pouring (in) in
 addition
hoch (Gr. § 48), high
Hoch'bau, m., building above ground,
 building construction; say "civil
 engineering"

- hoch'empfind'lich**, highly sensitive
höchst, highest; most, extremely
höchs'tens, at the utmost
höchst'wahrschein'lich, most probably, extremely probably
Hö'he, Pl. -n, f., height
Hö'henbestimmung, Pl. -en, f., determination of height(s)
hö'her, higher
Holz, Pl. -er, n., wood
höl'zern, wooden
homogen', homogeneous
Homogen(e)ität', Pl. -en, f., homogeneity
hö'ren, W., to hear
horizontal', horizontal(ly)
Hr. = Herr, Mr.
Hrn. = Herrn, inflected cases of Herr
Hub, Pl. -e, m., lift, stroke, heave, throw
Hül'fe (= Hilfe), f., help, aid
Hülfs'mittel, Pl. -, n., means of assistance, auxiliary, means, resources, expedient
hun'dert, hundred
hü'ten (sich) (vor), W., to guard (against), take care (not to)
Hydrogel', n., "hydrogel"
Hydrosol', n., "hydrosol"
Hypothe'se, Pl. -n, f., hypothesis
Hypsometer', Pl. -, n., hypsometer
hypsometer'isch, hypsometric

ideal', ideal
Idee', Pl. -n, f., idea
ideäl', ideal, imaginary
iden'tisch, identical
Identität', Pl. -en, f., identity
ihm, dat. sg. of er, es
ihr, dat. sg. of sie; (possessive adj.) her, its, their
im = in dem
im'mer, always; immer intensiver, more and more intense; immer mehr, more and more
immerhin', at any rate, nevertheless
Imperial'platte, Pl. -n, f., "Imperial" plate (trade name)
in (dat.), in, with; (acc.) into
indem', whilst; indem + verb translate by pr.p. or by preposition + verbal noun in -ing
in'begriffen, included; CO₂ inbegriffen, including CO₂

indes'sen, however, but
In'dex, Pl. -e or In'dices, m., index
Indican' (= Indikan), n., indican
In'dien, n., India
In'digo, m., indigo
In'digofarb'stoff, Pl. -e, m., indigo dye
In'digostrauch, Pl. -e(r), m., indigo-plant
Indika'tordiagramm', Pl. -e, n., indicator diagram
in'direkt', indirectly
Induktion', Pl. -en, f., induction
Induktions'spule, Pl. -n, f., induction coil
Induk'torpol, Pl. -e, m., inductor pole
Indulin', n., induline
Industrie', Pl. -n, f., industry
industriell', industrial
induzie'ren, W., to induce
infol'ge (gen.), in consequence (of)
Ingenieur', Pl. -e, m., engineer
In'halt, m., contents
in'haltreich, rich in contents, full of matter
in'nen, within; nach innen, inwards
in'nere (attributive adj.), inner; das Innere, the interior; im Innern, in the interior
in'nerhalb (gen.), within
in'nig (adv.), intimately
ins = in das
insofern', in so far, inasmuch
Institut', Pl. -e, n., institution
Instrument', Pl. -e, n., instrument
instrumentell', instrumental
Instrument'enkunde, f., instrument lore, instrument-making
Integration', Pl. -en, f., integration
Intensität', Pl. -en, f., intensity
intensiv', intense, strong; intensely
interessant', interesting
Interes'se, Gen. sg. -s, Pl. -en (Gr. § 35), n., interest
Interferenz'farbe, Pl. -n, f., interference colour
Inversion', Pl. -en, f., inversion
inzwi'schen, meanwhile, since (then), in between
I'on, Gen. sg. -s, Pl. Io'nen (Gr. § 35), n., ion
Ionisation', Pl. -en, f., ionisation
ionisie'ren, W., to ionise

Ionisie' rung, Pl. -en, f., ionisation
ir'gend, any, whatever; **auf irgend**
eine Weise, in some way or other
ir'gendwel'cher, any
ir'gendwie', somehow
Isolar'-Gelati'netro'ckenplatte, Pl.
 -n, f., "Isolar" (trade name)
 gelatine dry plate
Isolar'platte, Pl. -n, f., "Isolar"
 plate (trade name)
isolie'ren, W., to insulate; **isoliert'**
 (p.p., as adv.), in a state of in-
 sulation
ist, is

J. = Journal'

ja, indeed, in fact

Jahr, Pl. -e, n., year

Jahr'buch, Pl. "er, n., year-book,
 annual

Jah'reszahl, Pl. -en, f., date (of year)

Jahr'gang, Pl. "e, m., annual course,
 year of issue (of periodical);
 (annual) volume

Jahrhun'dert, Pl. -e, n., century

Jan. = Ja'nuar, m., January

je . . . des'to, the . . . the; **je**
 . . . **um'so**, the . . . the;

je nach, according to; **je weiter**,
 the farther

je'denfalls, in any case, no doubt

je'der, each, any, every; everybody;
ein jeder, each single

jedoch', however

je'mals, ever

je'ner, that

jetzt, now

je'weill'g, belonging to the time being,
 contemporary, prevailing (at the
 time), existing (at the time)

je'wells, at the time being

Jod'kaliumsta'r'kepapier', Pl. -e, n.,
 potassium iodide starch paper

Jod'säure, Pl. -n, f., iodic acid

Jod'wasserstoff, m., hydriodic acid

Joule, Pl. -s, n., joule

J. pr. Chem. = Journal für prak-
tische Chemie

Journal', Pl. -e, n., journal

Ka'bel, Pl. -, n., cable

Ka'l'ium, n., potassium

Ka'l'iumbicarbonat', Pl. -e, n.,
 potassium bicarbonate

Ka'l'iumcarbonat', Pl. -e, n.,
 potassium carbonate

Kalorie', Pl. -n, f., calorie

kalorime'trisch, calorimetric

kalt, cold

Käl'termischung, Pl. -en, f., freezing
 mixture

Kapazität', Pl. -en, f., capacity

Kapillarität', Pl. -en, f., capillarity

Kapitel, Pl. -, n., chapter

Karbid', Pl. -e, n., carbide

Karbol'säure, Pl. -n, f., carbolic acid

karburie'ren, to carburet

Karburie'ren, n., carburetting

karburiert', carburetted

Karton'blatt, Pl. "er, n., sheet of
 cardboard

Karton'scheibe, Pl. -n, f., cardboard
 disk (slip)

Kasset'te, Pl. -n, f., plate-holder

Kas'ten, Pl. -, m., box

Katho'de, Pl. -n, f., cathode

Katho'denstrahl, Gen. sg. -s, Pl. -en
 (Gr. § 35), m., cathode ray

kaum, scarcely

kein, no

kei'nerlei (indeclinable), not any, (of)
 no (sort), no . . . whatever,
 no . . . at all

kei'neswegs, in no way, by no means

ken'nen, Irr. W., to know; **kennen**
lernen, to learn to know, become
 acquainted with

Kennt'nis, Pl. -sse, f., knowledge

Kenn'zeichen, Pl. -, n., mark, sign,
 indication, criterion

kenn'zeichnen, W., to characterise,
 describe

Ket'te, Pl. -n, f., chain

Kew-Observato'rium, Pl. -rien, n.,
 Kew Observatory (at Kew, in
 Surrey, England)

Kgl. = kö'niglich, royal

klar, clear

klar'stellen, W., to make clear,
 elucidate, explain

Klas'se, Pl. -n, f., class

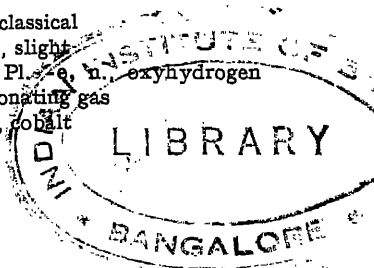
Klas'siker, Pl. -, m., classic, classical
 writer

klas'sisch, classical

klein, small, slight

Knall'gas, Pl. -, n., oxyhydrogen
 gas, detonating gas

Ko'balt, m., cobalt



- ko'chen**, W., to boil
Koch'salz, n., common (kitchen) salt
Kohä'rer, Pl. -, m., coherer
Kohä'rerwirkung, Pl. -en, f., action of the coherer
Koh'le, Pl. -n, f., coal
Koh'le(n)faden, Pl. :, m., carbon filament
Koh'lensäure, f., carbonic acid
Koh'len-sorten, Pl. -n, f., sort of coal
Koh'lenstoff, m., carbon
Koh'lenstoff'eisen, n., carburet of iron, iron carbide
Koh'lenstoff-gehalt', Pl. -e, m., carbon content, amount of carbon contained
Kombination', Pl. -en, f., combination
kombinie'ren, W., to combine, make up
Komitee', Pl. -s, n., committee
kom'men, Str. IV., to come; **nahe kommen** (dat.), to approach, come close (to), approximate (to); **zu gute kommen** (dat.), to benefit, be of advantage (to), favour, assist
Kompensation', Pl. -en, f., compensation
Kompensations'apparat', Pl. -e, n., compensation apparatus
Kompensations'wi'derstand, Pl. :, e, m., compensation resistance
kompen-sie'ren, W., to compensate
Komplementär'farbe, Pl. -n, f., complementary colour
kompliziert', complicated
Komposition', Pl. -en, f., composition, alloy
Kompressibilität', Pl. -en, f., compressibility
kondensie'ren, W., to condense
Kon'gorot', n., Congo red
königl. = **kö'niglich**, royal
kön'nen, Anom., to be able
konn'te, past tense of **können**
konsequent', consistent, logical
konstant', constant
Kon'stantan'-Ei'sen, n., constantan (an alloy of nickel and copper) and iron
Kon'stantan'-Kup'fer, n., constantan and copper
Konstan'te, Pl. -n, f., constant
Konstanz', f., constancy
Konstruktion', Pl. -en, f., construction
Kontakt'klemme, Pl. -n, f., contact-clamp
Kontakt'klotz, Pl. :, e, m., contact-block
Konzentration', Pl. -en, f., concentration
konzentrie'ren, W., to concentrate
konzentriert', concentrated
konzen'trisch, concentric
kopie'ren, W., to copy
Korn, Pl. :, er, n., grain
Körn'chen, Pl. -, n., (little) grain
Kör'per, Pl. -, m., body, substance
Kör'perfarbe, Pl. -n, f., body-colour, colour of (their) mass, substance-colour
Kör'perklasse, Pl. -n, f., class of bodies (substances)
kos'ten, W., to cost
Kos'ten, Pl., cost(s), expense(s)
kost'spielig, expensive
Kraft, Pl. :, e, f., strength, force, energy
kräf'tig, powerful, smart, vigorous
Krapp, m.; madder
Krap'pflanze, Pl. -n, f., madder plant
Kreis, Pl. -e, m., circle (figuratively, "sphere"), circuit
Kreis'bahn, Pl. -en, f., circular track, orbit
Kristall', Pl. -e, m., crystal
kristalli'nisch, crystalline
Kristall'violett', n., crystal violet
kri'tisch, critical
krüm'men, W., to curve, bend
Krüm'mungsradi'us, Pl. -dien, m., radius of curvature
krystalli'nisch, crystalline
Krystallisation', Pl. -en, f., crystallisation
krystallisi(e)'ren, W., to crystallise
Krystallo'id', Pl. -e, n., crystalloid
Kubik'meter, Pl. -, n. or m., cubic metre
Kubik'zentimeter, Pl. -, n. or m., cubic centimetre
ku'gelförmig (adv.), in the form of a globe
küh'len, W., to cool
Küh'lung, Pl. -en, f., cooling

- kun'dig** (adj.), skilled, experienced ;
der Kundige, the expert
Kunst'griff, Pl. -e, m., artifice
künst'lich, artificial(ly), synthetic
Kup'fer, n., copper
Kup'ferdraht, Pl. -e, m., copper wire
Kup'ferscheibe, Pl. -n, f., copper plate (disk, slip)
Kup'ferstückchen, Pl. -, n., little piece of copper
Kur'bel, Pl. -n, f., winch, crank
Kur've, Pl. -n, f., curve
Kur'venform, Pl. -en, f., form of a, curve
kurz, short, shortly (a short time) briefly
kürz'lich, a short time ago, recently
Kurz'schluss, Pl. -e, m., short circuit
- Laborato'rium**, Gen. sg. -s, Pl. -to'rien (Gr. § 36), n., laboratory
Laborato'riumthermome'ter, Pl. -, n., laboratory thermometer
Laborato'riumversuch', Pl. -e, m., laboratory experiment
La'dung, Pl. -en, f., charge
lag, past tense of **liegen**
La'ge, Pl. -n, f., position
La'mingsche Masse, Pl. -n, f., Laming's mass, Laming's sponge ; see p. 68 (5)
Lam'pe, Pl. -n, f., lamp
Land, Pl. -er, n., land, country
Land'gut, Pl. -er, n., country estate
Land'schaft, Pl. -en, f., landscape
lang, long ; **sechs Monate lang**, for six months ; **1 Stunde lang**, for an hour ; **einen Augenblick lang**, for a moment
lan'ge, (for) a long time ; **so lange**, (als), as long as
Län'ge, Pl. -n, f., length
län'ger, longer ; **längere Zeit**, for a rather long (considerable, longish) time
längs (gen.), along
lang'sam, slowly
lang'sichtig, far-sighted, far-seeing
längst, superlative of adv. **lang** ; **schon längst**, (already) for a long time past
las'sen, Str. VII., to let, cause, allow ; **machen lassen**, etc., to have made, etc. ; **hervortreten lassen**, to cause to appear, bring out ; **lässt sich giessen**, etc., can be poured, etc.
- las'ten** (auf, with dat.), W., to weigh, press heavily (upon)
läs'tig, troublesome
lau'fend (pr.p. of **laufen**, Str. VII., to run), current
laut, loud
lau'ten, W., to sound, be expressed, "run"
lau'ter (adj.), pure ; (adv.) merely
l.c. = Latin *loco citato*, in the place (work) quoted
Le'ben, Pl. -, n., life
Le'bensdauer, Pl. -, m., duration of life
leb'haft, lively, vigorous ; vigorously, actively
le'gen, W., to lay
legie'ren, W., to alloy
Legie' rung, Pl. -en, f., alloy
Lehrb. (d. Phys.) = Lehr'buch (der Physik'), Textbook of Physics
Lehr'b[uch], -er, n., textbook
Leh're, Pl. -n, f., teaching, theory
leh'ren, W., to teach
leicht (adj.), easy, light, slight ; (adv.) easily
leicht'flüssig, mobile (the opposite of viscous)
Leich'tigkeit, f., ease
lei'dér, unfortunately
lei'se, low, soft, gentle
leis'ten, W., to perform, do
lei'ten, W., to lead, conduct, guide
lei'tend (pr.p.), conductive
Leit'fähigkeit, Pl. -en, f., conductivity
Lei'tung, Pl. -en, f., conduction, wire, line
Lei'tungsdraht, Pl. -e, m., conducting wire
Lei'tungsfähigkeit, Pl. -en, f., ability to conduct, conductive capacity
Lei'tungsquer'schnitt, Pl. -e, m., cross-section of the conducting wire
ler'nen, W., to learn
Le'ser, Pl. -, m., reader
letzt, last, recent
letz'tere, the latter
leuch'ten, W., to shine

- Leuch'ten**, n., lighting up, shining, glow
leucht'tend (pr.p.), luminous
Leucht'erscheinung, Pl. -en, f., (phenomenon of) lighting up
Leucht'gas, Pl. -e, n., illuminating gas
Leucht'gasher'stellung, f., manufacture of coal gas
Leucht'kraft, Pl. -e, f., illuminating power
leucht'kräftig, able to illuminate, illuminating, illuminant, luminous
leucht'kräftiger (comparative), more strongly illuminant, more luminous
Licht, Pl. -er, n., light
Licht'absorption', Pl. -en, f., absorption of light
Licht'aus'strahlungsvermögen, n., power of radiating light
Licht'bündel, Pl. -, n., pencil of light
Licht'dicht, light-proof, cutting out all light
Licht'empfind'lich, sensitive to light
Licht'erscheinung, Pl. -en, f., light effect
Licht'pünktchen, Pl. -, n., little spot of light
Licht'strahl, Gen. sg. -s, Pl. -en (Cr. § 35), m., light ray
Licht'welle, Pl. -n, f., light wave
Licht'zerstreuung, Pl. -en, f., dispersion (of light)
Lieb. Ann. = **Liebigs Anna'len**
lie'fern, W., to supply, yield, produce
lie'gen, Str. V., to lie
lie'ss(en), past tense of **lassen**
linear', linear
Li'nie, Pl. -n, f., line; **in erster Linie**, in the first place, primarily; **in zweiter Linie**, in the second place
Li'ter, Pl. -, m. or n., litre
loc. cit. = Latin *loco citato*, in the place (work) quoted
lo'cker, loose, spongy
los, loose
lö'sen, W., to solve, dissolve (tr.); **sich lö'sen**, to dissolve (intr.)
lös'lich, soluble
Lös'lichkeit, Pl. -en, f., solubility
Lö'sung, Pl. -en, f., solution, solving
Lö'sungsmittel, Pl. -, n., solvent
lö'ten, W., to solder
Löt'stelle, Pl. -n, f., soldering point
Lö'tungsstelle, Pl. -n, f., soldering point
Lö'tungswasser, n., soldering water
L. str. = **Pfund Ster'ling**, pound(s) sterling
Luft, Pl. -e, f., air, atmosphere
Luft'dichte, Pl. -n, f., atmospheric density
Luft'schwingung, Pl. -en, f., vibration of the air
luft'verdünnt', rarefied
m. = **Me'ter**, Pl. -, n. or m., metre; **m/sek.** = **Meter pro Sekunde**, metres per second
M. = **Mark**, Pl. - (after numeral), f., mark (a German coin)
ma'chen, W., to make
mag, may; **mag die Verbindung direkt oder indirekt geschehen**, whether the union take place directly or indirectly
Magnet', Pl. -e, m., magnet
Magnet'feld, Pl. -er, n., magnetic field
magne'tisch, magnetic (ally)
Magnetisier'barkheit, f., magnetisability
Magnetis'mus, m., magnetism
Mal, m., May
Mal, Pl. -e, n., time; **zu wiederhol'ten Malen**, repeatedly, at more than one time; **10-12 mal** = **zehn- bis zwölfmal**, ten to twelve times; **einige Millio'nen mal**, some millions of times
Malachit'grün, n., malachite green
man, one, people ("we," "you," "they")
manch, many a, many, some
manch'mal, sometimes
Manganin'draht, Pl. -e, m., manganin wire
Manganin'widerstand, Pl. -e, m., manganin resistance
Man'nigfaltigkeit, Pl. -en, f., manifoldness, multiplicity, variety, diversity
Mark, Pl. - (when numeral precedes), f., mark (a German coin)

Maschi'nenbau, m., machine construction, mechanical engineering
Maschi'nentät'igkeit, Pl. -en, f., machine activity, working of the machine
Mäss (with long ä), Pl. -e, n., measure, scale; **im höchsten Masse**, in the highest degree; **in welchem Masse**, to what degree
Mäs'se (with short ä), Pl. -n, f., mass, bulk
Mäss'einheit, Pl. -en, f., unit of mass
Mäs'senwirkung, Pl. -en, f., mass-effect, effect caused by bulk
Mäs'senwirkungsgesetz', Pl. -e, n., law of mass-effect
mäss'gebend, decisive; **massgebende Grösse**, determining factor
Mäss'stab, Pl. -e, m., scale
Material', Gen. sg. -s, Pl. -ien, n., material
Material'-Konstan'te, Pl. -n, f., material constant
Material'prü'fungsamt, Pl. -er, n., office for the testing of materials
Mate'rie, Pl. -n, f., matter
materiell' (adj.), material
matt, faint, pale
Max (= Maximilian), man's Christian name
Ma'ximum, Gen. sg. -s, Pl. -ma, n., maximum
Ma'ximumthermome'ter, Pl. -, n., maximum thermometer
Mecha'nik, f., mechanics, mechanical science
Mecha'niker-Zeitung, Pl. -en, f., Mechanics' Gazette (name of periodical)
mecha'nisch, mechanical
Mechanis'mus, Pl. -smen, m., mechanism
med. = **medizi'nisch**, medical
mehr, more; **nicht mehr**, not again, no longer; **kein Hydrosol mehr**, no longer a hydrosol
meh'rere, several
mein, my
mei'nen, W., to think, be of opinion
Mei'nung, Pl. -en, f., opinion; **der Meinung sein**, to be of the opinion, think

meist (adj.), most; **die meisten Körper**, most substances; (adv.) **am meisten**, most
meist (adv.), mostly, generally
meis'tens, generally
Membran', Pl. -en, f., membrane
Men'ge, Pl. -n, f., great number, quantity, amount
men'gen, W., to mix
Men'genverhält'nis, Pl. -sse, n., quantitative proportion
merk'bar, noticeable
merk'lich, noticeable, marked, perceptible, appreciable
mess'bar, measurable
Mess'barkheit, Pl. -en, f., measurability
Mess'bereich', Pl. -e, m. or n., extent to be measured, range of measurement
mes'sen, Str. V., to measure
Mes'singröhre, Pl. -n, f., brass tube
Mes'singscheibe, Pl. -n, f., brass plate (disk, slip)
Mes'sung, Pl. -en, f., measuring, measurement
Mess'verfahren, Pl. -, n., procedure of measuring, process of measurement
Metall', Pl. -e, n., metal; the plural **Metallen** (p. 45 in some copies) is a misprint for **Metalle**
metall'isch, metallic
Metall'kasten, Pl. -, m., metal box
Metall'klotz, Pl. -e, m., block of metal
Metall'menge, Pl. -n, f., quantity of metal
Metall'platte, Pl. -n, f., metal plate
Metall'pulver, Pl. -, n., metallic powder, powdered metal
Metall'scheibe, Pl. -n, f., metal plate (disk, slip)
Metall'stück, Pl. -e, n., piece of metal
metastabil', metastable
meteorolo'gisch, meteorological
Me'ter, Pl. -, n. or m., metre
Metho'de, Pl. -n, f., method
Methyl', n., methyl
Methylen'blau, n., methylene blue
Methyl'oran'ge (g pronounced as in French) n., methyl orange
Methyl'violett', n., methyl violet

mg. = **Mil'ligramm**, Pl. - (after numeral) or **-e**, n., milligram
Mik'rovolt' [Pl. **-e**], n., microvolt
Mil'liampereme'ter, Pl. -, n., milli-ampère-meter
Mil'ligram, Pl. - (after numeral) or **-e**, n., milligram
Mil'limeter, Pl. -, n. *or* m., millimetre (abbreviated as **mm.**)
Million', Pl. **-en**, f., million
Min. = **Minu'te(n)**, minutes
Mineral', Gen. sg. **-s**, Pl. **-ien**, n., mineral
minimal', minimum
Min'imum, Pl. **-ma**, n., minimum
Min'imumthermome'ter, Pl. -, n., minimum thermometer
Ministe'rium, Gen. sg. **-s**, Pl. **-rien** (Gr. § 36), ministry, Board (of Works)
Minu'te, Pl. **-n**, f., minute
mi'schen, W., to mix (tr.)
Mi'schung, Pl. **-en**, f., mixture
Mi'schungszu'stand, Pl. **""e**, m., state of mixture
missglü'cken, W., to fail; **miss-glückt** (p.p.), unsuccessful
mit (dat.), with
Mit'arbeiter, Pl. -, m., collaborator
mit'führen, W., to carry (along with one), bear
Mit'glied, Pl. **-er**, n., member
mit'messen, Str. V., to measure along with
Mitte, f., middle
mit'teilen, W., to communicate, impart
Mit'teilung, Pl. **-en**, f., communication, statement; publication; description; account; (Pl.) data, information
Mit'tel, Pl. -, n., means
mit'telbar, indirect
mit'tels (gen.), by means (of); **mittels Tüchern** (here governing dat.)
mit'telst (gen.), by means (of)
Mit'telwert, Pl. **-e**, m., mean value, mean, average
mitt'ler, middle, mean
mitun'ter, sometimes, now and then, occasionally
Mk. = **Mark**, Pl. - (after numeral), f., mark (a German coin)

mm. = **Mil'limeter**, Pl. -, n. *or* m., millimetre
modern', modern
mö'gen, Anom., may
mög'lich, possible
mög'licherweise, possibly
Mög'lichkeit, Pl. **-en**, f., possibility; **nach Mög'lichkeit**, as far as possible
mög'lichst (superlative of **mög'lich**), greatest possible; (adv.) as far (much) as possible; **mög'lichst rein**, as pure as possible
Molekular'gewicht, Pl. **-e**, n., molecular weight
Molekül', Pl. **-e**, n., molecule
molekular', molecular
Molekular'gewichts'bestim'mung, Pl. **-en**, f., determination of molecular weight
momentan', instantly
Mo'nat, Pl. **-e**, m., month
mo'natelang, for months
Mo'nochloracetyl'chlorid', Pl. **-e**, n., monochloracetyl chloride
Mo'nochloracetyl'peroxyd', Pl. **-e**, n., monochloracetyl peroxide
m/sek. = **Meter pro Sekun'de**, metres per second
Müh'e, f., trouble
mü'h'sam, troublesome
mün'den, W., to flow (into)
mü's'sen, Anom., to be obliged, must
nach (dat.), after, according to, towards; **ihrer ganzen Länge nach**, along its whole length; **nach aussen**, outwards
nach (adv.), **nach und nach**, gradually
nachdem' (conj.), after
nach'folgend, following, subsequent
nach'gehen (dat.), Str. Irr., to follow up, inquire after
nachher', afterwards
Nach'lassen, n., tempering, annealing
nach'prüfen, W., to re-test, test again
nächst (adj.), next; (prep., dat.), next to
nächst'liegend, nearest - lying, handiest, most obvious
Nacht, Pl. **""e**, f., night
Nach'trag, Pl. **""e**, m., supplement, addendum
nach'träglich, subsequently

Nach'weis, Pl. -e, m., proof, demonstration
nach'weisbar, demonstrable
nach'weisen, Str. I., to demonstrate;
sich nachweisen lassen, to be able to be demonstrated
Na'del, Pl. -n, f., needle
nah'e (dat.), near, near to (*can stand after its case*)
nah'e (adv.), nearly, approximately
Näh'e, f., vicinity
nahebei', near by, near (it, etc.)
nah'ekommen (dat.), Str. IV., to come near, approach, border upon
nah'elegen, W., to suggest
nah'eliegen, Str. V., to lie near, be obvious, be very natural
näh'er (adv.), in more detail
näh'ern, W., to bring near; **sich nähern** (dat.), W., to approach
nahezu' nearly
Na'me, Gen. sg. -ns, Pl. -n (Gr. § 37), name
na'mentlich, especially, you must know
näm'lich, namely, you see, that is to say
Naphthol'schwarz, n., naphthalene black
Na'senspitze, Pl. -n, f., tip of the nose
nass, wet
naszie'rend, nascent (pr.p. of **naszie'ren**, W.)
Na'trium, n., sodium
Na'triumacetat', Pl. -e, n., sodium acetate
Na'triumcarbonat' (**Natrium-Carbonat**), Pl. -e, n., sodium carbonate
Na'triumper'carbonat', Pl. -e, n., sodium percarbonate
Na'tronkalkröh're, Pl. -n, f., soda-lime tube
Na'tronlauge, Pl. -n, f., soda lye, caustic soda solution, sodium hydrate
Natur', Pl. -en, f., nature
Natur'for'scherversamm'lung, Pl. -en, f., meeting of natural scientists, scientific researchers
natur'gemäss', naturally
Natur'gesetz', Pl. -e, n., law of nature, natural law

natür'lich (adj.), natural, native; (adv.) of course
ne'ben (dat. or acc.), beside
nebenbei', besides, along with (it)
nebeneinan'der, side by side, along-side of each other
nebst (dat.), together with
negativ', negative
nei'gen, W., to incline
Nei'gung, Pl. -en, f., inclination, tendency
nen'nen, Irr. W., to name
neu (adj.) new; **in neuerer Zeit**, in more recent time(s), (more) recently; **in neuester Zeit**, in most recent time(s), quite recently; **von neuem**, anew, again
neu (adv.), newly
Neu'aufstellung, Pl. -en, f., new drawing up, fresh setting up, recompilation
neu'erdings', latterly, recently
Neufuchsin', n., neo-fuchsin
nicht, not
Nicht'elektrolyt', Pl. -e, m., non-electrolyte
nichts, nothing; **nichts anderes**, nothing else
Ni'ckel, n., nickel
nie, never
nie'der, low
Nie'derschlag, Pl. -e, m., precipitate, deposit
nie'derschlagen, Str. VI., to precipitate, bring down, throw down
nied'rig, low
Nitrie'ren, n., nitration
Nitrobenzol', n., nitrobenzene
Nitrofarb'stoff, Pl. -e, m., nitro-dye
Niveau'fläche, Pl. -n, f., (surface of a) level
No. = **Num'mer**
noch, still, yet, in addition, as yet;
noch dann, wenn . . ., even (then) when . . . ; **noch ein**, another; **noch einige**, some other, some more; **noch mehrere**, several more; **noch nicht**, not yet
noch'mals, once more, again
Nor'den, m., north
Norm, Pl. -en, f., norm, standard
normal', normal, standard; (as noun, **Normale**, Pl.; (adv.) normally, in normal fashion

nö'tig, necessary
Notiz', Pl. -en, f., note
not(h)'wendig, necessary
Nr. = Num'mer
Num'mer, Pl. -n, f., number
nun, now
nun'mehr', now
nur, only
Nut, Pl. -en, f., slot
nutz'bar, usable, available
Nutz'barma'chung, f., utilisation
Nut'zen, no Pl., m., use, benefit, advantage
nütz'lich, useful

ob, whether
o'ben (adv.), above; **nach oben**, upwards; **weiter oben**, above
o'benerwäh'nen, W., to mention above
O'berfläche, Pl. -n, f., surface
o'berflächlich, superficially, on the surface
o'berhalb (gen.), above
obgleich', although
obschon', although
Observato'rium, Gen. sg. -s, Pl. -rien (Gr. § 36), observatory
obwohl', although
o'der, or
Oeff'nung = Öffnung
O'fen, Pl. -, m., furnace
offen, open
ö'ffentlich, public
Öff'nung, Pl. -en, f., opening
oft, often
öf'ters, often, frequently
Ohm, n., ohm
oh'ne (acc.), without; **ohne . . . zu müssen**, without having to . . . ; **ohne dass man . . . braucht**, without needing to . . . ; **ohne sie zu reiben**, without rubbing them
ökono'misch, economic
Oli'venöl, Pl. -e, n., olive oil
Operation', Pl. -en, f., operation
Op'tik, f., optics
op'tisch, optical
Oran'ge (g as in French), n., orange (colour)
Ordina'te, Pl. -n, f., ordinate
Ordina'tenrichtung, Pl. -en, f., direction of the ordinates

Ord'nung, Pl. -en, f., order, arrangement, class
orga'nisch, organic
Organis'mus, Gen. sg. -, Pl. -men, m., organism
Ort, Pl. -e, m., place, locus (of a point)
orthochroma'tisch, orthochromatic
osmo'tisch, osmotic
Oxal'säure, Pl. -n, f., oxalic acid
Oxyd', Pl. -e, n., oxide
Oxydation', f., oxidation
Oxydations'mittel, Pl. -, n., oxidising agent
oxydi(e)'ren, W., to oxidise
Oxyd'mischung, Pl. -en, f., mixture of oxides
Oxydul', Pl. -e, n., protoxide, suboxide
Ozon'geruch', Pl. -e, m., smell of ozone

p. = 1. Latin **pro**, per (in **p. Ct.**);
2. Latin **pagina**, page
Palla'dium, n., palladium
Pantograph', Pl. -en, m., pantograph
Papier', Pl. -e, n., paper
Paraboloid', Pl. -e, n., paraboloid
parallel' (adj. and adv.), parallel
paramagne'tisch, paramagnetic
Parlament', Pl. -e, n., parliament
partie'weise, in portions (at a time)
pas'send (pr.p.), suitable, right
Patent'blau, n., patent blue
Patent'gum'mischlauch, Pl. -e, m., patent indiarubber tube
p. Ct. = pro Cent', **pro Zent'**, per cent
Peltiersche Erschei'nungen, Peltier's phenomena, the Peltier effect
Pelz, Pl. -e, m., fur
pen'delart'ig, pendulum-like, resembling [those] of a pendulum
Percarbonat', Pl. -e, n., percarbonate
Pergament'membran', Pl. -en, f., parchment membrane
Peroxyd', Pl. -e, n., peroxide
Petro'leumä'ther, m., petroleum ether
Pfei'fe, Pl. -n, f., pipe
Pflan'ze, Pl. -n, f., plant
Pfund, Pl. -e, n., pound
Pha'se, Pl. -n, f., phase

Pha'sendifferenz', Pl. -en, f., difference of phase
Phenacetyl'peroxyd', Pl. -e, n., phenacetyl peroxide
Phenol', n., phenol
Phenol'farbstoff, Pl. -e, m., phenol dye
Phenol'phtalein', n., phenol-phthalein
Phos'phor, m., phosphorus
phosphoreszie'rend, phosphorescent
photogra'phisch, photographic(ally)
Phtal'säurefarb'stoff, Pl. -e, m., phthalic acid dye
Phys. = **Physik'**
phys. = **physika'lisch**
physik. = **physika'lisch**
Physik', f., physics
physika'lisch, physical(ly)
physika'lisch-che'misch, physico-chemical, physical and chemical
physika'lisch-tech'nisch, physical and technical, physico-technical;
die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Imperial Institute for Physical Technology
physiolo'gisch, physiological
Plan, Pl. -e, m., plan
Planime'ter, Pl. -, n., planimeter
Planimetrie'rung, Pl. -en, f., planimetry
Platin', n., platinum
Platin'blech, Pl. -e, n., platinum foil
Platin'schiff, Pl. -e, n., platinum boat
Plat'te, Pl. -n, f., plate
Platz, Pl. -e, m., place
plötz'lich, sudden(ly)
Pogg. **Ann.** = **Pog'gendorffs Anna'len**, a journal, "Annalen der Physik und Chemie," founded in 1824 and edited by J. C. Pog-gendorff (1796-1877)
Polarisations'zu'stand, Pl. -e, m., state (condition) of polarisation
polarisie'ren, W., to polarise
Polo'nium, n., polonium
Polymorphie', f., polymorphism
ponderabil', ponderable, having appreciable weight
positiv', positive
Potential'differenz', Pl. -en, f., difference of potential
Potential'leitung, Pl. -en, f., poten-tial conduction (conductor, wire)

Potenz', Pl. -en, f., power (mathe-matical term)
pr., **prakt.** = **prak'tisch**
prak'tisch, practical(ly)
Präparat', Pl. -e, n., preparation, compound
Pra'xis (indeclinable, no Pl.), practice
präzisions'tech'nisch, delicate tech-nical
Präzisions'thermome'ter, Pl. -, n., thermometer of precision, pre-cision thermometer, highly accurate (delicate) thermometer
Preis, Pl. -e, m., price
Pres'sen, n., pressing, pressure
preu'ssisch, Prussian
Primär'wicklung, Pl. -en, f., primary winding
Princip' (**Prinzip'**), Gen. sg. -s, Pl. -ien, n., principle
pro (Latin), **pro Zeiteinheit**, per unit of time; **pro Grad**, per degree
Problem', Pl. -e, n., problem
procen'tig (adj.), per cent; **3-pro-centige Wasserstoffs'peroxyd-lösung**, 3-per-cent hydrogen peroxide solution
Product', **Produkt'**, Pl. -e, n., product
produzie'ren, W., to produce
Profes'sor, Gen. sg. -s, Pl. -o'ren (Gr. § 35), professor
Programm', Pl. -e, n., programme
Projekt', Pl. -e, n., project
proportional' (dat.; *may stand after its case*), proportional(ly); **dieser** (dat. sg. f.) **proportional**, pro-portionally to the latter
Proportionalität', Pl. -en, f., pro-portionality
proviso'risch, provisionally
Proz. = **pro Zent'**, per cent
Prozent', Pl. -e, n., per cent
Prozess', Pl. -e, m., process
prü'fen, W., to test
Prü'fung, Pl. -en, f., examination, test, testing
Prü'fungsbestim'mung, Pl. -en, f., regulation for testing
pseu'dogelöst', pseudo-dissolved
pseu'dolös'lich, pseudo-soluble
Pseu'dolö'sung, Pl. -en, pseudo-solution

Pul'ver, Pl. -, n., powder
Pul'verstand, Pl. -e, m.,
 resistance of the powder
Punkt, Pl. -e, m., point
Pur'pur, m., purple
pur'purrot', purple-red, crimson
Pyridin', n., pyridine
pyrome'trisch, pyrometric

Qualität', Pl. -en, f., quality
quantitativ', quantitative
Quan'tum, Pl. **Quan'ten**, **Quan'ta**,
 n., quantity, amount
Queck'silber, n., mercury
Quel'le, Pl. -n, f., source
quer, diagonally, obliquely; **quer**
über, across

Rad. = **Radioaktivität**, f., radio-
 activity

ra'dio-aktiv', radioactive
Ra'diotellur', n., radio-tellurium
Ra'dium, n., radium
Ra'diumbestrahlung, Pl. -en, f.,
 irradiation with radium; **unter**
Radiumbestrahlung, upon ex-
 posure to radium emanation

Ra'diumemanation', Pl. -en, f.,
 radium emanation, emanation
 from radium

Ra'diumpräparat', Pl. -e, n., pre-
 paration of radium, radium com-
 pound

Ra'diumsals, Pl. -e, n., radium salt,
 salt of radium

Ra'diumstrahlung, Pl. -en, f.,
 radium emanation

Ra'dius, Gen. sg. -, Pl. **Radien**, m.,
 radius

Rand, Pl. -er, m., edge

rasch, quick(ly)

Ra'seneisenstein, m., bog iron ore,
 limonite

rat'sam, advisable

Raum, Pl. -e, m., room, space

Raum'einheit, Pl. -en, f., unit of
 volume

rd. = **rund**

reagie'ren, W., to react

Reaktion', Pl. -en, f., reaction

Reaktions'gebiet', Pl. -e, n., region
 (sphere) of (the) reaction

Reaktions'geschwin'digkeit, Pl. -en,
 f., speed of reaction

Reaktions'produkt', Pl. -e, n., pro-
 duct of reaction

recht (adv.), very

Redaktion', Pl. -en, f., editing, editor-
 ship, editor; **Anm. der Redak-
 tion**, editorial note

re'den, W., to talk, speak

Reduktion', Pl. -en, f., reduction,
 decrease

Reduktions'verfahren, n., reduction
 process, process of reducing

reduzie'ren, W., to reduce

reëll', actual

Referat', Pl. -e, n., report, paper

Referent', Pl. -en, m., reviewer

reflektie'ren, W., to reflect

Reflexions'vermögen, n., reflective
 capacity

re'gelmässig, regular

Re'gelmässigkeit, f., regularity

Re'gen, Pl. -, m., rain

Regie'ung, Pl. -en, f., government

Registrier'apparat', Pl. -e, m., re-
 cording apparatus

registrie'ren, W., to register, record

Registrie'ung, f., registration

regulie'ren, W., to regulate

rei'ben, Str. I., to rub

Rei'ben, m., rubbing, friction

Rei'bung, Pl. -en, f., friction

Reib'zeug, Pl. -e, m., material used
 for rubbing, rubbing material
 rubber

Reichs'an'stalt, Pl. -en, f., Imperia
 Institute

rein, pure(ly)

rei'nigen, W., to purify

Rei'nigung, Pl. -en, f., purifica-
 tion

Rei'nigungsan'lage, Pl. -n, f., puri-
 fying plant, apparatus for re-
 fining

rektangulär', rectangular

relativ', relative(ly), comparatively

Rest, Pl. -e, m., residue, remains

Resultat', Pl. -e, n., result

Retor'te, Pl. -n, f., retort

Rev. = **Revue'**, Pl. -u'en, f., revie-
 (journal)

Revision', Pl. -en, f., revision

Rezensi'on', Pl. -en, f., re-
 (criticism)

reziprök', reciprocal

Rhodamin', n., rhodamin

Rhoda'nwasserstoff, m., hydrogen thiocyanate, thiocyanic acid
rich'ten (sich) (nach), W., to direct (itself) (after), be added (to), follow; p.p. **gerichtet**, directed
rich'tig, right, correct, proper
Rich'tung, Pl. -en, f., direction
Rie'senar'beit, Pl. -en, f., gigantic work
rit'zen, W., to scratch
roh, raw, crude
Rohr, Pl. -e, n., tube
Röh're, Pl. -n, f., tube
Rol'le, Pl. -n, f., rôle, part
roll'en, W., to roll, run on wheels
Rosanilin', n., rosaniline
Rosanilin'farbstoff, Pl. -e, m., rosaniline dye
rot, red
rot'glühend, red-hot
Rot'glut, Pl. -en, f., red heat
röt'lich, reddish
Rot'öl, n., red oil
rubin'rot, ruby red
Ruck, Pl. -e, m., jerk
Rück'sicht, Pl. -en, f., regard, consideration; allowance, precaution; **mit Rücksicht auf** (acc.), with regard to, as regards
Ruf, Pl. -e, m., reputation
Ru'he, f., rest
rüh'ren, W., to move, stir, proceed; **daher rühren, dass . . .**, to proceed from (the fact) that . . .
Rüh'ren, n., stirring
rund, round; (adv.), approximately
russ. = **rus'sisch**, Russian
Ru'te, Pl. -n, f., rod, stick

S. = **Sei'te(n)**, f., page(s)
s.a. = **sie'he auch**, see also
Sa'che, Pl. -n, f., thing, matter, cause
sach'verstän'dig, expert, specialist
Safranin', n., safranin
Sä'gespäne, m. pl., sawdust
Salpe'tersäure, f., nitric acid
Salz, Pl. -e, n., salt
Salz'bildung, Pl. -en, f., formation of salts
salz'sauer, hydrochloric; **salzsaures**
Rösanilin, rosanilin hydrochloride
Salz'säure, f., hydrochloric acid (liquid)

sämt'lich (adv.), all (together), "all of them"
sät'tigen, W., to satiate, saturate
Satz, Pl. -e, m., proposition, thesis, theorem; **ein Satz kleiner Manganinwiderstände**, a set of small manganin resistances
sau'er, acid; **ein Sauerer**, an acid
Sau'erstoff, m., oxygen
Sau'erstoffmen'ge, Pl. -n, f., quantity of oxygen
Säu'le, Pl. -n, f., column, pile
Säu're, Pl. -n, f., acid
Säu'rechlorid', Pl. -e, n., acid chloride
Säu'refuchsin', n., acid fuchsin
Säu'regrün, n., acid green
Scha'de(n), Gen. sg. -ns, Pl. -n (Gr. § 37), m., harm
schaffen, Str. VI., to create, make
Schall'geschwin'digkeit, Pl. -en, f., velocity of sound
Schall'quelle, Pl. -n, f., source of sound
Schall'welle, Pl. -n, f., sound wave
scharf, sharp, distinct
Schar'lach, n., scarlet
schät'zen, W., to estimate
Schei'dewand, Pl. -e, f., partition (wall), diaphragm
schein'bar, apparently
schei'nen, Str. I., to seem, appear; **es schien uns**, it appeared to us
Schicht, Pl. -en, f., layer
Schicht'dicke, Pl. -n, f., thickness (of layers)
Schick'sal, Pl. -e, n., fate, lot, fortune, adventure
schic'ken, W., to send
Schieb'tür, Pl. -en, f., sliding door
schief'liegend, lying obliquely (diagonally), slanting
Schie'ne, Pl. -n, f., rail
Schirm, Pl. -e, m., screen
Schirm'wirkung, Pl. -en, f., screen effect
Schlag, Pl. -e, m., blow, knock, stroke
schla'gen, Str. VI., to strike, beat
Schla'gen, n., beating
schlech'ter, worse
schlie'ssen, Str. II., to close, infer; **der Strom war 16 Stunden geschlossen**, the circuit re-

mained closed for 16 hours;
hieraus auf eine Vereinigung
schliessen, from this conclude
 (infer) a union; **daraus schlies-**
sen, dass . . . , thence conclude
 that . . . ; **in sich schliessen**,
 to include, imply, involve
schliesslich, finally, in fine, to con-
 clude
Schlie'ssungskreis, Pl. -e, m.,
 "shutting circle," "circle of
 closing," (completed) circuit
Schlie'ssungswi'derstand, Pl. "e,
 m., circuit resistance
Schlin'ge, Pl. -n, f., loop
Schluss, Pl. "e, m., conclusion
schmal, narrow
Schmel'zen, n., melting, fusion
Schmelz'erschel'nung, Pl. -en, f.,
 phenomenon of melting
Schmelz'punkt, Pl. -e, m., melting-
 point
Schmelz'wärme, Pl. -n, f., heat of
 fusion
Schmie'd(e)eisen, n., wrought iron;
 malleable iron
schmie'den, W., to forge (smith's
 work); **lässt sich schmieden**,
 can be wrought
Schmie'den, n., forging (smith's
 work)
Schnee'decke, Pl. -n, f., snow cover-
 ing, covering of snow
Schnee'fläche, Pl. -n, f., snow surface
Schnee'strahl, Gen. sg. -s, Pl. -en
 (Gr. § 35), m., snow ray
schnel'den, Str. I., to cut, intersect
schnell, quick(ly), rapid(ly)
schon, already, even
schön, beautiful(ly)
Schran'ke, Pl. -n, f., barrier
Schritt, Pl. -e, m., step
Schütt'eln, n., shaking
schüt'zen, W., to protect
Schw. = Schwin'gung(en), f.,
 vibration(s)
schwach, weak, feeble; (adv.) feebly,
 slightly
Schwä'chung, Pl. -en, f., weakening
schwarz, black
schwär'zen, W., to blacken
Schwär'zung, Pl. -en, f., blackening
schwe'ben, W., to be suspended, hang
Schwe'fel, m., sulphur
schwe'felhaltig, sulphur-containing,
 rich in sulphur
Schwe'felsäure, Pl. -n, f., sulphuric
 acid
Schwe'felsäureher'stellung, f.,
 manufacture of sulphuric acid
Schwe'felwasserstoff, m., sulphur-
 etted hydrogen
schwef'lig, sulphurous
schwei'ssen, W., to weld
Schwei'ssen, n., welding
schwer, heavy, difficult, serious;
 (adv.) with difficulty
Schwe're, f., weight, gravity
Schwer'kraft, Pl. "e, f., (force of)
 gravity
schwin'gen, Str. III., to vibrate
Schwin'gung, Pl. -en, f., vibration
sechs, six
seh'en, Str. V., to see
seh'nig, sinewy, stringy; (of metal
 etc.) fibrous
sehr, very
sei, present subj. of **sein**; **sei es**,
 dass . . . , be it that; whether
Sei'de, Pl. -n, f., silk
Sei'denschlinge, Pl. -n, f., silk loop
sein (Gr. § 86), to be
seit (dat.), since, for; **seit langem**,
 since long; long
Seite, Pl. -n, f., side, page; **von**
technischer Seite, from a tech-
 nical quarter, from practical men
Sei'tenzahl, f., number of pages
Sek. = Sekun'de
sökundär', secondary
Sekundär'spule, Pl. -n, f., secondary
 coil
Sekun'de, Pl. -n, f., second
selbst, himself, itself, themselves;
von selbst, automatically
selbst (adv.), even
Selbst'induktion', Pl. -en, f., self-
 induction
selbst'tätig, automatic, self-acting
selbst'verständ'lich, self-evident,
 obvious
Selen'zelle, Pl. -n, f., selenium cell
sel'ten (adj.), rare; (adv.) seldom
Sen'der, Pl. -, m., sender, trans-
 mitter
senk'recht, perpendicular
Septem'ber, m., September
set'zen, W., to put

sich, reflexive pro. (Gr. § 69); **an sich**, in itself, in themselves
si'cher, certainly, safely
si'cherlich, certainly, assuredly, without doubt
sicht'bar, visible
Sie'den, n., boiling
Sie'depunkt, Pl. -e, m., boiling-point
Sie'depunktsän'derung, Pl. -en, f., change of boiling-point
Sie'dethermome'ter, Pl. -, n., boiling-point thermometer
sieht, 3rd. sg. pr. indic. of **sehen**
Sil'ber, n., silver
sin'ken, Str. III., to sink
Sin'ken, n., sinking, fall
Sinn, Pl. -e, m., sense
Ska'la, Pl. **Ska'len**, f., scale
Skrub'ber, Pl. -, m., scrubber
Smaragd'grün, n., emerald green
so, so, in such a way, thus, then, therefore; **so . . . doch**, yet nevertheless; **sodann**(=sodann), then
sobald', as soon as
So'da, Pl. -s, f., soda
soe'ben (adv.), just
sofern', so far as, as long as
sofort', immediately
sogar', even, actually
sogenannt', so-called
sola'nge, as long as
solch, such, that, those; **ein solcher**, der . . . , one that . . .
sol'en, Anom., shall, to be said to, to be to; **sofern die Kompen-sation ausführbar sein soll** (= sei), so far as the compensation may be (is) accomplishable, may be carried out
son'derbar, strange, peculiar
son'derlich, particularly, extraordinarily
son'dern (after negatives), but
Son'derung, Pl. -en, f., separation, division, classification
Son'ne, Pl. -n, f., sun
Son'nenfinsternis, Pl. -nisse, f., solar eclipse
sonst, otherwise, in other respects; **geringer als sonst**, smaller than usual
sorg'fältig, careful(ly)

soweit' (conj.), as far as
sowie', as well as, just as, also
sowohl', as well; **sowohl . . . als auch**, both . . . and;
sowohl . . . wie, both . . . and
Spalt, Pl. -e, m., slit
Span'nung, Pl. -en, f., tension
spät, late; **später**, later, afterwards
spektral'analy'tisch, relating to spectrum analysis
Spektral'li'nie, Pl. -n, f., spectrum line
Spek'trum, Gen. sg. -s, Pl. **Spektren** (Gr. § 36), spectrum
Spezial'fall, Pl. -e, m., special case
spezialisie'ren, W., to specialise
speziell' (adj.), special; (adv.) specially, in particular
spezifisch, specific
spie'len, W., to play
spre'chen, Str. IV., to speak
sprö'de, brittle
Spu'le, Pl. -n, f., coil
Spu'lengalvanome'ter, Pl. -, n., coil galvanometer
Spur, Pl. -en, f., trace
SS. = **Sei'ten**, pages
Stab, Pl. -e, m., bar, stick
stab'förmig, rod-shaped, bar-shaped
Stab'thermome'ter, Pl. -, n., rod thermometer
Stahl, Pl. -e, m., steel
Stahl'feder, Pl. -n, f., steel pen
Stahl'fläche, Pl. -n, f., steel surface
Stahl'platte, Pl. -n, f., steel plate
stam'men, W., to be descended, originate, come from, belong to
stand, past tense of **stehen**
Stand, Pl. -e, m., position, state; **im Stande sein** (zu), to be in a position (to), be able (to)
stark, strong, powerful, thick; (adv.) greatly, strongly, very
Stär'ke, Pl. -n, f., strength
stär'ker, comparative of **stark** (adj. and adv.)
Station', Pl. -en, f., station
stationär, stationary
Stativ', Pl. -e, n., stand, support, holder
statt (gen.), instead of
statt'finden, Str. III., to take place

- ste'cken**, W., to stick, be involved, lie (hidden)
steh'en, Irr. Str., to stand
Ste'hen, n., standing
stel'gen, Str. I., to rise
stel'gern, W., to raise, increase
Stel'gerung, Pl. -en, f., rise, increase
Stein'kohle, Pl. -n, f., coal
Stein'kohlenteer, m., coal-tar
Stel'le, Pl. -n, f., place, spot
stel'len, W., to place
Stenn'kulla, place-name, name of an estate
Ster'nenlicht, Pl. -er, n., starlight
stets, always
Stick'stoff, m., nitrogen
Still'stand, Pl. -e, m., standstill, stop
Stimm'gabel, Pl. -n, f., tuning-fork
Stoff, Pl. -e, m., substance, material
stoff'lich, material, of or belonging to substance
Stöp'sel, Pl. -, m., stopper, plug
stö'ren, W., to disturb
Stö'rung, Pl. -en, f., disturbance
Strahl, Gen. sg. -s, Pl. -en (Gr. § 35) ray
strah'len, W., to radiate, beam, shine, (pr.p.) **strahlend**, radiant, radio-active
Strah'lenbündel, Pl. -, n., bundle (pencil, cone) of rays
Strah'lung, Pl. -en, f., radiation, emanation
Strahlungsquelle, Pl. -n, f., source of radiation
Stra'tocu'muluswol'ke, Pl. -n, f., strato-cumulus cloud, cumulo-stratus cloud
Strauch, Pl. -er, m., shrub, plant
streif'chen; Str. I., to wander, go, pass
Streifen, Pl. -, m., streak, strip
streng, strict
Strich, Pl. -e, m., line, stroke
Strich'marke, Pl. -n, f., line, notch, stroke
Stroh'gelb, n., straw-yellow
Strom, Pl. -e, m., current
strom'durchflos'sen (p.p. of **fließen**, Str. II.), flowed-through by a current; **strom-durchflossenes Kabel**, cable through which a current is passing
Strom'kreis, Pl. -e, m., circuit
Strom'richtung, Pl. -en, f., direction of the current
Strom'stärke, Pl. -n, f., strength of current
Strom'zu'führung, Pl. -en, f., (supplying of) current
Stück, Pl. -e, n., piece
Student', Pl. -en, m., student
studie'ren, W., to study
Stu'dium, Gen. sg. -s, Pl. **Studien** (Gr. § 36), study
Stu'fe, Pl. -n, f., stage, grade
Stun'de, Pl. -n, f., hour
stür'zen, W., to plunge, turn over, invert
stüt'zen, W., to support
Substanz', Pl. -en, f., substance
su'chen, W., to seek, try; **suchen nach**, to look for
Südpolar'-Expedition', Pl. -en, f., South Polar Expedition
Suppl. = Supplement', Pl. -e, n., supplement
System', Pl. -e, n., system
s. Z. = sei'ner Zeit, in his time, at that time
Tabel'le, Pl. -n, f., table (of figures etc.)
Tabel'lenwerk, Pl. -e, n., work (book) of tables
Ta'felwerk, Pl. -e, n., book of plates
Ta'sche, Pl. -n, f., pocket
Tat, Pl. -en, f., deed; **in der Tat**, in fact, indeed
Tä'tigkeit, Pl. -en, f., activity, work, operation
Tat'sache, Pl. -n, f., fact
tat'sächlich, as a matter of fact, really
tau'send, thousand
Tech'nik, f., technology, technics
Tech'niker, Pl. -, m., technician, technologist, technical (expert), engineer
tech'nisch, technical, commercial, industrial; **von technischer Seite**, from a technical quarter, from practical men
Technologie', f., technology, technics
Teer, m., tar
Teil, Pl. -e, m., part; **zum Teil**, in part, partly, to some extent; **zum grössten Teil(e)**, for the most part

- Teil'chen**, Pl. -, n., particle
tei'len, W., to divide
teils, partly
teil'weise, partial; (adv.) in part, to some extent
Telephon'empfän'ger, Pl. -, m., telephone receiver
Telephon'sender, Pl. -, m., telephone transmitter
Temperatur', Pl. -en, f., temperature
Temperatur'aus'gleich, Pl. -e, m., adjustment of temperature
Temperatur'differenz', Pl. -en, f., difference of temperature
Temperatur'erhö'hung, Pl. -en, f., raising of temperature, increase of temperature
Temperatur'feld, Pl. -er, n., field of temperature, area of temperature
Temperatur'messung, Pl. -en, f., measurement of temperature
Temperatur'skala, Pl. -skalen, f., scale of temperature
Temperatur'verän'derung, Pl. -en, f., change of temperature
Temperatur'vertei'lung, Pl. -en, f., distribution of temperature
Tension', Pl. -en, f., tension
Tes'laversuch', Pl. -e, m., Tesla experiment
Th. = **The'odor**, Theodore (Thomas, or other name beginning with Th-)
That'sache = **Tatsache**
Theil = **Teil**
Theil'chen = **Teilchen**
theore'tisch, theoretical(ly)
Theorie', Pl. -n, f., theory
ther'misch, thermic
Thermochemie', f., thermochemistry
thermoche'misch, thermochemical
Thermoeffekt', Pl. -e, m., thermal effect
thermoelek'trisch, thermo-electric
Thermoelement', Pl. -e, n., thermoelement
Ther'mokraft, Pl. -e, f., thermal force, thermic power
Thermome'ter, Pl. -, n. and m., thermometer
Thermometrie', f., thermometry
Ther'mosäule, Pl. -n, f., thermopile
Ther'mostrom, Pl. -e, m., thermo(electric) current
Thor, n., thorium
Thor'erde, t., thoria, thorium oxide
Thor'verbün'dung, Pl. -en, f., thorium compound
tief, deep
Tie'fe, Pl. -n, f., depth
tie'risch, animal
Titration', Pl. -en, f., titration
Toluidin', n., toluidine
Ton, Pl. -e, m., sound, tone
Ton'höhe, Pl. -n, f., pitch
total', total
tra'gen, Str. VI., to carry
trän'ken, W., to steep, soak, saturate
Transformation', Pl. -en, f., transformation
Transmutation', Pl. -en, f., transmutation
trat, past tense of **treten**
trei'ben, Str. I., to drive; **treiben auf**, to impinge upon
tren'nen, W., to separate
Tren'nung, Pl. -en, f., separation
tre'ten, Str. V., to step, come, be added
Trichloracetyl'peroxyd', Pl. -e, n., trichloracetyl peroxide
Triphenyl'methan'farb'stoff, Pl. -e, m., triphenyl-methane dye
tro'cken, dry
Trock'nen, n., drying, desiccation
trotz (gen. or dat.), in spite of
trotzdem' (conj.), in spite of the fact that, although; (adv.) in spite of that, nevertheless
trü'ben, W., to make cloudy; p.p. **getrübt**, cloudy
Tuch, Pl. -er, n., cloth
tun, Irr. Str., to do; **wir haben es mit einer Ausstrahlung zu tun**, we have to do with (are dealing with, are concerned with) a radiation
Türkischrot'öl, n., Turkey-red oil
Turm, Pl. -e, m., tower
Ty'pus, Gen. sg. -, Pl. **Typen**, m., type

u. = **und**, and
u. a. = **un'ter an'deren**, among other things
u. ä. = **und ähn'liche**, and similar
u. a. m. = **und an'dere mehr**, and others
Ü'belstand, Pl. -e, m., inconvenience, drawback, defect

ü'ber (acc. or dat.), over, above, on,
concerning, about; through, by
way of, via
überall', everywhere
Ü'berdruck, m., excess pressure
Überein'stimmung, Pl. -en, f.,
agreement
ü'berführen, W., to transform, convert
ü'bergehen, Irr. Str., to change, go
over, pass
ü'bergelagert, superimposed, over-
lying (p.p. of **ü'berlagern**, W., to
superimpose)
übergies'sen, Str. II., to pour over,
sprinkle
überhaupt', at all, altogether, in
general
überlas'sen, Str. VII., to leave (a
thing) to (dat.); **die Lampe sich
selbst überlassen**, to leave the
lamp to itself
Überle'gung, Pl. -en, f., considera-
tion, reflection; theory
überneh'men, Str. IV., to take over,
adopt
überrä'schen, W., to surprise
übersät'tigt, supersaturated
ü'berschieben, Str. II., to push over
überschrei'ten, Str. I., to step
beyond, exceed
überse'hen, Str. V., to overlook
überset'zen, W., to translate
Überset'zung, Pl. -en, f., translation,
conversion
Ü'bersicht, Pl. -en, f., survey, con-
spectus
übertra'gen, Str. VI., to transfer
übertref'fen (an), Str. IV., to surpass
(in)
Ü'bertritt (zu), Pl. -e, m., going over
(to)
Überzeu'gung, Pl. -en, f., conviction,
belief; **ich bin der Überzeu-
gung**, I am of (the) conviction, I
am convinced
überzie'hen, Str. II., to cover
Ü'berzug, Pl. -e, m., covering,
coating
üb'lich, usual
üb'rig, (left) over, remaining; **im
übrigen**, for the rest, in other
respects
u. dergl. = und derglei'chen, and
things of that sort

u. dgl. = und derglei'chen, and
things of that sort
**Ueberein'stimmung = Überein-
stimmung**
Ue'bertritt = Ü'bertritt
ultraviolett', ultraviolet
um (acc.), round, by; **um so**, by so
(much), all the; **um so . . . je**,
the . . . the; **um so weicher**,
je länger man ihn erwärmt, (all)
the softer, the longer it is
heated
um (conj.): **um (. . .) zu** (with
infin.), in order to; to
um'ar'beiten, W., to revise
Um'ar'beitung, Pl. -en, f., revi-
sion
Um'fang, Pl. -e, m., extent, size
um'fangreich, comprehensive
umfas'sen, W., to comprise; pr.p.
umfas'send, comprising
umge'b'en, Str. V., to surround
Umge'b'ung, Pl. -en, f., surroundings,
environs, neighbourhood
um'gekehrt, reversed; **in umgekehr-
ter Weise**, in reversed order, the
other way round
umher'schwirren, W., to whiz about,
whirl about
Umhül'l'ung, Pl. -en, f., wrapping,
covering, casing
Umhül'lungsrohr, Pl. -e, n., en-
veloping tube
um'kehren, W., to invert, turn
round, reverse
Um'rühren, n., stirring
Um'schalter, Pl. -, m., (electric)
switch
um'schlagen (conjugated with **sein**),
Str. VI., to change (suddenly)
Um'setzung, Pl. -en, f., transposition,
change
Um'stand, Pl. -e, circumstance;
unter Umständen, in (certain)
circumstances
um'wandeln, W., to transform; **sich
umwandeln**, to be transformed
Um'wandlung, Pl. -en, f., change,
conversion
um'wandlungsfäh'ig, capable of
transformation, transformable
Um'wandlungsgeschw'in'digkeit,
Pl. -en, f., rapidity of change,
speed of transformation

Um'wandlungsprodukt', Pl. -e, n., transformation product, product of change
Um'zeichnung, Pl. -en, f., re-drawing
un'abhängig (von), independent(ly) (of)
un'beacht'et, unnoticed
un'bedeutend, unimportant, inconsiderable
un'befriedigend, unsatisfactorily
un'bekannt, unknown
un'berücksichtigt, unconsidered, out of account
un'beständig, unstable
Un'beständigkeit, Pl. -en, f., instability
und, and
un'durchsichtig, non-transparent, opaque
un'elek'trisch, non-electric
unend'lich, infinitely
un'entschieden, undecided
un'erlässlich, indispensable, essential
un'ermüd'lich, indefatigable
un'erwart'et, unexpected
un'fähig, unable
un'geahnt', undreamt of
un'gefähr'lich, not dangerous, harmless, safe
un'geheu'er, immensely, enormously
un'gewöhn'lich, unusually
un'günstig, unfavourable
Universität', Pl. -en, f., university
Universitäts'profes'sor, Gen. sg. -s, Pl. -o'ren (Gr. § 35), m., university professor
un'lös'lich, insoluble
Un'lös'lichkeit, f., insolubility
un'merk'lich, unnoticeable
un'mess'bar, immeasurably
un'mittelbar', immediate; (adv.) immediately, directly
Un'ordnung, Pl. -en, f., disorder, disarrangement
un'partei'isch, impartial, disinterested
un'ser, our
un'ten (adv.), below
un'ter, under, amongst, with; **unter ;aktiverMasse" versteht man**, by "active mass" we understand . . . ; **unter Umrühren**, while stirring

un'tere, lower, minimum
unterein'an'der, one with another, mingled
un'terhalb (gen.), below
unterhal'ten, Str. VII., to support
Un'terricht, m., instruction, teaching
unterschei'den, Str. I., to distinguish (between); **sich unterscheiden**, to be distinguished, distinguishable
Unterschei'dungsmerk'mal, Pl. -e, n., sign of distinction, criterion
Un'terschied, Pl. -e, m., difference
unterschrei'ten, Str. I., to come short of; **welcher nicht unter-schritten werden darf**, which must be reached
Unterstüt'zung, Pl. -en, f., support, assistance, aid
untersu'chen, W., to investigate, examine
Untersu'chung, Pl. -en, f., research, investigation, examination
unterwer'fen, Str. IV., to subject
unterzieh'en, Str. II., to subject
un'überwind'lich, insurmountable
un'unterbro'chen, uninterrupted, unbroken, continuous
un'verän'dert, unaltered
un'vergleich'lich, incomparably
un'vollkom'men, incompletely
un'wesentlich, non-essential
un'zulässig, inadmissible
un'zu'treffend, wide of the mark, incorrect; **das Unzutreffende**, incorrectness, inaccuracy, failure
un'zwei'felhaft, undoubted, beyond doubt
Uran', n., uranium
Uran'gehalt, Pl. -e, m., uranium content
Uran'strahl, Gen. sg. -s, Pl. -en (Gr. § 35), m., uranium ray
Uran'verb'in'dung, Pl. -en, f., uranium compound
Ur'sache, Pl. -n, f., cause
u. s. w. (or usw.) = und so weiter, and so on, etc.

v. = von, of; occurs in surnames (like French **de**)
Va'kuum, Gen. sg. -s, Pl. **Va'kua**, n., vacuum
varia'bel, variable

- Varia'ble**, Pl. **Varia'beln**, f., variable
- Variation'**, Pl. **-en**, f., variation, varying
- varie'ren**, W., to vary
- Varie'rung**, Pl. **-en**, f., variation
- Ventila'tor**, Gen. sg. **-s**, Pl. **-to'ren** (Gr. § 35), ventilator
- verän'dern**, W., to alter, change (tr.); **sich verändern**, to alter, change (intr.)
- Verän'derung**, Pl. **-en**, f., alteration, change
- veran'lassen**, W., to bring (it) about
- Veran'lassung**, Pl. **-en**, f., occasion, inducement; **dies gab Veranlassung**, this induced (us); **auf Veranlassung** (gen.), at the instance, on the suggestion (of)
- veran'schlagen** (auf), W., to estimate (at)
- verant'wortlich** (für), responsible (for)
- verar'beiten** (auf), W., to work (something, acc.) up (for), to work up (with the object of obtaining . . .)
- Verar'beitung**, Pl. **-en**, f., working up
- Verbes'serung**, Pl. **-en**, f., improvement
- verbin'den**, Str. III., to connect, join (tr.); p.p. **verbunden**, combined
- Verbin'dung**, Pl. **-en**, f., compound; combining, combination; uniting, union
- Verbin'dungsgewicht'**, Pl. **-e**, n., combining weight, atomic weight
- Verbin'dungsstelle**, Pl. **-n**, f., place of union, junction, juncture; point of union
- verbrau'chen**, W., to consume, use up
- Verbrauchs'leitung**, Pl. **-en**, f., consumption-pipe, main
- verbrei'ten**, W., to spread
- verbren'nen**, Ir. W., to burn (up)
- Verbren'nen**, n., combustion, burning
- Verbren'nung**, Pl. **-en**, f., combustion, burning
- Verbren'nungsprozess'**, Pl. **-e**, m., process of combustion
- Verbren'nungsröh're**, Pl. **-n**, f., combustion tube
- Verbren'nungstheorie'**, Pl. **-n**, f., theory of combustion
- Verbren'nungsvor'gang**, Pl. **-e**, m., (process of) combustion
- Verbren'nungswär'me**, Pl. **-n**, f., heat of combustion
- verbün'den**, W., to ally, associate
- verdäch'tig**, suspicious, suspect, doubtful
- Verdamp'fungswär'me**, Pl. **-n**, f., heat of evaporation
- verdicht'en** (**sich**), W., to condense (intr.)
- Verdienst'**, Pl. **-e**, n., merit
- verdrän'gen**, W., to displace
- verdün'nen**, W., to dilute, rarefy
- Verdün'nung**, Pl. **-en**, f., dilution, rarefaction
- Verdün'nungszu'stand**, Pl. **-e**, m., state of dilution, condition of rarefaction
- Verein'**, Pl. **-e**, m., union, society
- verei'nigen**, W., to combine, unite (tr.); **sich vereinigen**, to combine, unite (intr.)
- Verei'nigung**, Pl. **-en**, f., uniting, union
- Verf.** = **Verfas'ser**, author(s)
- Verfah'ren**, n., process, method, procedure
- Verfas'ser**, Pl. **-**, m., author
- Verfei'nerung**, Pl. **-en**, f., refinement
- verflüs'sigen** (**sich**), W., to become liquid, liquefy (intr.)
- Verfolg'**, m., pursuance
- verfol'gen**, W., to follow, pursue
- verfüg'bar**, available
- Verfü'gung**, Pl. **-en**, f., disposal, disposition; **zur Verfü'gung stehen**, to be at (one's) disposal; **zur Verfü'gung stellen**, to place at (one's) disposal
- verfüh'ren** (**zu**), W., to lead astray, mislead (to)
- vergeb'lich**, in vain
- verges'sen**, Str. V., to forget
- Vergeu'dung**, Pl. **-en**, f., waste
- vergl.** = **verglei'che**, compare, cf.
- Vergleich'**, Pl. **-e**, m., comparison; **im Vergleich zu**, in comparison with
- vergleich'bar**, comparable
- verglei'chen**, Str. I., to compare
- Verglei'chung**, Pl. **-en**, f., comparison

- Vergröß'erung**, Pl. -en, f., enlargement, increase
- verhal'ten** (sich), Str. VII., to behave
- Verhal'ten**, n., behaviour
- Verhäl'tnis**, Pl. -se, n., relation, ratio, proportion; circumstance
- verhält'nismä'ssig**, comparatively
- verhin'dern**, W., to prevent
- Verhin'derung**, Pl. -en, f., prevention
- verknüp'fen**, W., to connect
- verlän'gern**, W., to lengthen
- Verlän'gerung**, Pl. -en, f., lengthening, elongation, "production"; **lagen in ihrer Verlängerung**, were (produced in) (productions of) the same straight line
- Verlauf'**, Pl. -e, m., course, expiration, end
- verlau'fen**, Str. VII., to proceed, take its course
- verlet'zen**, W., to injure, violate
- verlie'ren**, Str. II., to lose
- verlö'ten**, W., to solder (up)
- vermeh'ren**, W., to increase, enlarge
- Vermeh'rung**, Pl. -en, f., increase
- vermei'den**, Str. I., to avoid
- vermin'dern**, W., to lessen, reduce
- Vermin'derung**, Pl. -en, f., reduction, decrease
- vermischt'**, miscellaneous (p.p. of **vermischen**, W., to mix)
- vermit'telst** (gen.), by means of
- Vermit'telung**, Pl. -en, f., agency
- vermö'gen** (zu), Anom., to be able (to)
- vernach'lässigen**, W., to neglect
- vernich'ten**, W., to destroy
- Veröff'entlichung**, Pl. -en, f., publication
- verpuff'en**, W., to detonate, decrepitate
- verrin'gern**, W., to diminish
- verschie'ben** (sich), Str. II., to shift (intr.), be altered
- Verschiebung**, Pl. -en, f., shifting
- verschie'den**, various, different; (adv.) variously, in varying degree
- verschie'denartig**, of various kinds
- Verschie'denheit**, Pl. -en, f., difference
- verschlie'ssen**, Str. II., to shut up, close
- Verschwen'dung** (an), Pl. -en, f., lavishing, squandering (on)
- verschwin'den**, Str. III., to disappear; **verschwindend klein**, vanishingly small, minute
- verseh'en** (mit), Str. V., to provide (with)
- verset'zen**, W., to put (into some state), set; **in Schwingungen versetzen**, to set vibrating; **versetzen mit**, to mix with
- verständ'lich**, intelligible
- Verständ'nis** (für), Pl. -nisse, n., understanding (for), intelligent sympathy (for), appreciation (of)
- Verstär'kung**, Pl. -en, f., strengthening, intensification
- versteh'en**, Irr. Str., to understand; **lassen sich verstehen**, may be understood, explained; **sich verstehen zu**, to agree to, consent to
- Versuch'**, Pl. -e, m., experiment, attempt
- versu'chen**, W., to try, attempt
- Versuchs'an'ordnung**, Pl. -en, f., arrangement of an experiment, experimental method
- Versuchs'bedin'gung**, Pl. -en, f., experimental condition
- Versuchs'laborato'rium**, Gen. sg. -s, Pl. -to'rien (Gr. § 36), n., experimental laboratory
- Versuchs'ord'nung**, Pl. -en, f., order of experiment, experimental arrangement
- vertei'len**, W., to distribute; **fein**, verteilt, finely divided
- vertikal'**, vertical
- vertre'ten**, Str. V., to stand in the place of, represent; **eine Rolle vertreten**, to take a part, a rôle
- Verun'reinigung**, Pl. -en, f., impurity
- vervoll'kommenet**, perfected (p.p. of **vervollkommenen**, W., to perfect)
- verwal'ten**, W., to manage
- verwan'deln**, W., to change (tr.); **sich verwandeln**, to change (intr.)
- verwand't** (dat.), related (to)
- Verwand'tschaft**, Pl. -en, f., affinity
- Verwand'tschaftslehre**, Pl. -n, f., theory of affinity

verwa'schen, Str. VI., to wash out, blur; p.p. **verwaschen**, indistinct
verwech'seln (mit), W., to confuse (with), mistake (for)
verwen'den (zu), W. or Irr. W., to use, employ (for)
Verwen'dung, Pl. -en, f., application, use, employment
verwer'fen, Str. IV., to reject
verwirk'lichen, W., to put into effect, carry out in practice
verzinn't, tin-plated; **verzinn'tes Eisenblech**, tin plate
verzö'gern, W., to delay, retard
Verzö'gerung, Pl. -en, f., delay
vgl. = **verglei'che**, compare, cf
viel, much
vie'le, many
viel'fach, frequently
vielleicht', perhaps
viel'mals, many times
vielmehr', rather, on the contrary
vier, four
Vier'weghahn, Pl. -e, m., four-way cock
violett', violet
Violett', n., violet (colour)
vol'tends, completely
völ'lig, complete; (adv.) completely, entirely
vollkom'men, complete (ly)
voll'ständig, complete (ly)
Volu'men, Pl. **Volu'mina**, n., volume
Volu'menein'heit, Pl. -en, f., unit of volume
vom = **von dem**
von (dat.), of, by, from
voneinan'der, from each other
vor (dat. or acc.), before; **vor allem**, above all, especially; **vor wenigen Jahren**, a few years ago; **vor einiger Zeit**, some time ago; **vor sich gehen**, to occur
voran'gehend, preceding, previous
voraus', previously, beforehand
voraus'schicken, W., to send on (something, acc.) in advance of (something, dat.); to prefix (something, acc.) to (something, dat.); to put at the head (of), preface (with)
voraus'sehen, Str. V., to foresee, anticipate

voraus'setzen, W., to (pre)suppose, assume, surmise
Voraus'setzung, Pl. -en, f., pre-supposition, hypothesis; **unter der Voraussetzung**, on the assumption
voraus'sichtlich, presumably, probably
vor'beschrieben, previously described
vor'bilden, W., to train beforehand; (**weniger**) **Vorgebildete** (p.p. previously trained), persons with (less) preparatory training
Vor'gang, Pl. -e, m., process, reaction, action
vorhan'den, present, existent, existing
Vorhan'densein, n., being present, presence
vor'kommen, Str. IV., to occur
Vor'lage, Pl. -n, f., receiver, receptacle
vor'legen (acc. of thing, dat. of person), W., to put (a question) to, lay a question before someone; to present (a report); to put on, apply, attach (a tube)
vor'legend, lying before; **vorliegende Arbeit**, the present work; (pr.p. of **vor'liegen**, Str. V., to lie or be before one, be in hand, be under consideration)
vor'nehmen, Str. IV., to undertake
vorn'herein': **von vornherein**, from the beginning, from the outset, to begin with, as a matter of course
Vor'richtung, Pl. -en, f., contrivance, arrangement, device; apparatus
Vor'schlag, Pl. -e, m., proposal, suggestion; **in Vorschlag bringen**, to propose
vor'schlagen, Str. VI., to propose
Vor'schrift, Pl. -en, f., prescription, directions
Vor'sicht, Pl. -en, f., foresight, precaution
vor'sichtig, cautiously
Vor'sitz, Pl. -e, m., presidency, chairmanship
Vor'sitzende, Pl. -n, m., president
vor'stehen, Irr. Str., to stand before; **im Vorstehenden** (pr.p.), in the

foregoing, in what precedes, in the preceding remarks
Vor'stellung, Pl. -en, f., idea
Vor'teil, Pl. -e, m., advantage
vorü'bergehend, transitory; (adv.) in passing, transitorily, fleetingly, temporarily
Vor'versuch, Pl. -e, m., preliminary experiment
vor'wärts, forward; **vorwärts kommen**, to advance, make progress; **vorwärts dringen**, to press forward
vorweg'nehmen, Str. IV., to anticipate, say in advance
vor'wiegend, outweighingly, principally

Wachs, n., wax
wach'sen, Str. VI., to grow, increase
Wa'gebarograph', Pl. -en, m., balance-barograph
Wahl, Pl. -en, f., choice
wäh'len, W., to choose
wahr, true
wäh'rend (gen.), during
wäh'rend (conj.), while
Wahr'heit, Pl. -en, f., truth
wahr'nehmen, Str. IV., to observe, perceive
wahrschein'lich, probable, probably
Wah'rung, Pl. -en, f., maintenance, upholding
Waid, m., woad
Wal'zen, n., rolling
Wand, Pl. -e, f., wall
wan'dern, W., to wander, go, move, travel
Wan'dung, Pl. -en, f., wall, side
Wär'me, Pl. -n, f., heat; **in der Wärme**, in the heat, heated, under the application of heat
Wär'meab'leitung, Pl. -en, f., conducting away (conduction) of heat
Wär'mein'fluss, Pl. -e, m., influence of heat
wär'meempfind'lich, sensitive to heat
Wär'meentwick'lung, Pl. -en, f., development of heat, (amount of) heat developed
Wär'meentzie'hung, Pl. -en, f., withdrawal of heat

Wär'melsöla'tor, Gen. sg. -s, Pl. -to'ren (Gr. § 35), m., thermal insulator
Wär'melehre, f., (theory of) heat
Wär'meleiter, Pl. -, m., conductor of heat
Wär'meleitung, Pl. -en, f., conduction of heat
Wär'memäss, Pl. -e, n., measure of heat, unit of heat
Wär'memenge, Pl. -n, f., quantity of heat
Wär'memessung, Pl. -en, f., measurement of heat, measurement of temperature
Wär'mestrah'l, Gen. sg. -s, Pl. -en (Gr. § 35), heat ray
Wär'mesumme, Pl. -n, f., heat sum
Wär'metheorie', Pl. -n, f., theory of heat
Wär'mezu'stand, Pl. -e, m., state of heat
was, i. (interrog.), what; ii. what, which (Gr. § 78)
Wä'sche, f., washing
wa'schen, Str. VI., to wash
Wa'schen, n., washing
Wasch'turm, Pl. -e, m., washing tower
Was'ser, Pl. -, n., water
Was'serdampf, m., steam, aqueous vapour
Was'sergas, n., water gas
wäs's(e)rig, aqueous, in water
Was'serstoff, m., hydrogen
Was'serstoffmen'ge, Pl. -n, f., quantity (amount) of hydrogen
Was'serstoffsuperoxyd', n., hydrogen peroxide
Was'serstoffsuperoxyd'lösung, Pl. -en, f., hydrogen peroxide solution
Was'serstoffthermome'ter, Pl. -, n., hydrogen thermometer
wäss'rig, aqueous
we'der . . . noch, neither . . . nor
Weg, Pl. -e, m., way, path, method; **auf theoretischem Wege**, by theoretical means, theoretically
weg, away; *see* p. 71, § 6
weich, soft
weil, because
Wei'se, Pl. -n, f., manner, way; **auf irgend eine Weise**, in some way, or other; **auf diese Weise**, in this

- way; auf folgende Weise, as follows; auf bekannte Weise, in the well-known fashion, as usual; in der' Weise, dass . . . in such fashion that, so that
- weiss, white
- Weiss'glut, Pl. -en, f., white heat
- weit (adj. and adv.), far; bei weitem, by far, much; weiter, further on; weiter oben, higher up, above
- weitaus', by far
- wei'ter (comparative of weit), further, in addition; des weiteren, furthermore, moreover, further
- wel'cher, i. (interrog.) what, which; ii. (rel.) who, which, that
- Well'e, Pl. -n, f., wave
- We'l'enlänge, Pl. -n, f., wave length
- Welt'markt, Pl. -e, m., world-market
- we'nig, little (adj. and adv.); wenige, few; weniger, less; nicht weniger . . . wie, no less . . . than; weit weniger, far less; am wenigsten, least
- we'nigstens, at least
- wenn, when, if; wenn auch, even if although
- wer'den (Gr. § 88), to become
- Werk, Pl. -e, n., work
- Werk'zeug, Pl. -e, n., tool(s), instrument(s), implement(s)
- Wert(h), Pl. -e, m., worth, value
- wert'voll, valuable
- we'sentlich (adj.), essential; (adv.) essentially, considerably, in the main; im wesentlichen, essentially
- wich'tig, important
- Wich'tigkeit, f., importance
- wider'setzen (sich) (dat.), W., to oppose, resist
- Wi'derspruch, Pl. -e, m., contradiction
- Wi'derstand, Pl. -e, m., resistance
- Wi'derstandskombination', Pl. -en, f., resistance combination, compound resistance
- Wi'derstandsmi'nimum, Gen. sg. -s, Pl. -a, n., minimum of resistance
- wid'men, W., to devote
- wie (adv.), how
- *wie (conj.), as, like, such as; wie sie (or other pro.) . . . , such as . . . ; dieselbe . . . wie sie . . . , the same . . . as
- wie'der, again
- wie'derfinden, Str. III., to find again
- wie'derfinden (sich), Str. III., to be found again
- wiederho'len, W., to repeat
- Wie'dergabe, Pl. -n, f., giving again, reproduction, repetition
- wie'derum, again, afresh, anew
- Wie'derverwer'tung, Pl. -en, f., re-utilisation, further utilisation
- wiewohl', although
- Win'ter, Pl. -, m., winter
- Win'ternacht, Pl. -e, f., winter night
- wir'ken, W., to act
- wirk'lich, real(ly)
- wirk'sam, active, effective, efficient; als wirksam angenommen, assumed to be effective
- Wirk'samkeit, Pl. -en, f., activity, effectiveness
- Wir'kung, Pl. -en, f., action, effect
- Wir'kungsweise, Pl. -n, f., manner of action
- Wir'kungszeit, Pl. -en, f., time (period, duration) of action
- Wis'mut, n. (and m.), bismuth
- Wis'mut-Antimon', n. (and m.), bismuth and antimony
- Wis'mutstange, Pl. -n, f., bismuth rod
- wis'sen, Anom., to know
- Wis'senschaft, Pl. -en, f., science
- Wis'senschaft(ler), Pl. -, m., man of science, scientific expert
- wis'senschaftlich, scientific
- wo, where, in which
- wobel', in which, in the course of which; "and here," "in saying which"
- Wo'chenschrift, Pl. -en, f., weekly (paper)
- wodurch', whereby, by which means
- wohl, well, probably, surely, perhaps
- wohl'bekannt, well-known
- wol'len, Anom., to will, wish
- worin', wherein, in what
- Wort, Pl. -e (Wörter = words singly), n., word
- wovon', whereof, of which
- wün'schen, W., to desire
- wuss'te, past tense of wissen

z. = **zu**, to
zäh, tough
Zähigkeit, Pl. -en, f., tenacity
Zahl, Pl. -en, f., number
zahllos, innumerable
zahlreich, numerous
z. B. = **zum Beispiel**, for instance,
e.g.
zehn, ten
zehnfach, tenfold, ten times
Zeit'egalvanomé'ter, Pl. -, n., index
galvanometer, indicating galvanometer
zei'gen, W., to show, display; **sich**
zeigen, to show itself, prove, be
found; be noticeable
Zeit, Pl. -en, f., time
Zeit'einheit, Pl. -en, f., unit of
time
Zeit'genosse, Pl. -n, m., contem-
porary
zeit'raubend, time-robbing, time-con-
suming, wearisome; taking up
much time, protracted
Zeit'reihe, Pl. -n, f., range of time,
period of time
Zeitschr. = **Zeit'schrift**
Zeit'schrift, Pl. -en, f., journal,
periodical, magazine
Zen'timeter, Pl. -, n. (or m.), centi-
metre
Zerfall', Pl. -e, m., decomposition,
disintegration
zerfal'en, Str. VII., to fall asunder,
split up, decompose
Zerle'gung, Pl. -en, f., decomposition,
splitting up
zerset'zen, W., to decompose (tr.);
sich zersetzen, to decompose
(intr.)
Zerset'zung, Pl. -en, f., decom-
position
Zerstäu'bung, Pl. -en, f., turning
into dust, pulverisation, reducing
to powder; powdering, volatilisa-
tion
zerstö'ren, W., to destroy
zerstreu'en, W., to disperse
Zerstreu'ung, Pl. -en, f., dispersion
Zeug'nis, Pl. -sse, n., certificate
zieh'en, Str. II., to draw, pull; **in**
Betracht ziehen, to take into
consideration, consider
Ziel, Pl. -e, n., aim

ziemlich, rather, fairly
Zink, n., zinc
Zink'scheibe, Pl. -n, f., zinc plate
(disk, slip)
z. T. = **zum Teil**, in part
Zts., **Ztschr.** = **Zeit'schrift**
zu (dat.), to, for
Zu'cker, Pl. -, m., sugar
zu'erkennen, Irr. W., adjudge, assign
zuerst', first (adv.)
zu'fallen (dat.), Str. VII., to fall to
(the share of), devolve (upon)
zufällig (adj.), accidental, chance;
(adv.) by chance
zufügen, W., to add
Zug, Pl. -e, m., tension, pulling,
traction; feature
zugleich', at the same time
zu'kehren (dat.), W., to turn towards,
face; p.p. **zugekehrt**, facing;
einander zugekehrt, facing each
other
zu'kommen (dat.), Str. IV., to belong
(to)
zu'lassen, Str. VII., to allow
zu'lässig, admissible
Zu'leitung, Pl. -en, f., conducting,
conductor
zuletzt', at last, lastly, finally
zum = **zu dem**
zunächst', first of all
Zu'nahme, Pl. -n, f., increase
zu'nehmen, Str. IV., to increase
(intr.)
zur = **zu der**
zurück'bilden, W., to form back,
form again, re-form, reconstruct
zurück'führen (auf), W., to trace
[back] (to), attribute (to)
zurück'halten, Str. VII., to hold
back, keep back
zurück'kommen, Str. IV., to come
back, return; **zurückkommen**
auf, to come back to [a sub-
ject]
zurück'legen, W., to traverse
zurück'stehen, Irr. Str., to stand
behind, be inferior
zusam'menfassend, comprehensive;
(pr.p. of **zusammenfassen**, W.,
to sum up, recapitulate, epitomise)
Zusam'menfassung, Pl. -en, f.,
recapitulation, summing up, sum-
mary

zusam'menführen, W., to lead together, bring together
zusam'mengehörig, belonging together; **das Zusammengehörige**, correlated matter(s)
Zusam'menhang, Pl. "e, m., connexion
zusam'menlöten, W., to solder together
zusam'menschweissen, W., to weld together
zusam'mensetzen, W., to compose, make up
Zusam'mensetzung, Pl. -en, f., composition
Zu'satz, Pl. "e, m., addition
zu'schmelzen, Str. II., to seal up (by melting)
Zu'stand, Pl. "e, m., state, condition; state of things
Zustan'dekommen, n., coming about, bringing about, happening, accomplishment

zu'treffen, Str. IV., to prove right, prove true (intr.)
zu'verlässig, reliable
Zu'verlässigkeit, Pl. -en, f., reliability
Zu'wachs, Pl. "e, m., increase
Zwang, m., compulsion
zwar, indeed, to be precise; **zwar** . . . **aber**, indeed . . . **but**; **und zwar**, in fact
Zweck, Pl. -e, m., purpose
zweck'mässig, conformably with the purpose, suitably, appropriately, conveniently
zwecks (gen.), for the purpose (of)
zwei, Gen. **zweier**, two
Zwei'fel, Pl. -, m., doubt
zwei'fellos, doubtless, undoubted
zwei'feln(an), W., to be in doubt (about)
zwei'te, second
zwi'schen (dat. or acc.), between
Zylin'der, Pl. -, m., cylinder

